




600038167V





HISTOIRE NATURELLE,

GENERALE ET PARTICULIÈRE,

PAR LECLERC DE BUFFON;

NOUVELLE EDITION, accompagnée de Notes, et dans laquelle les Supplémens sont insérés dans le premier texte, à la place qui leur convient. L'on y a ajouté l'histoire naturelle des Quadrupèdes et des Oiseaux découverts depuis la mort de Buffon, celle des Reptiles, des Poissons, des Insectes et des Vers; enfin, l'histoire des Plantes dont ce grand Naturaliste n'a pas eu le tems de s'occuper.

OUVRAGE formant un Cours complet d'Histoire Naturelle;

REDIGE PAR C. S. SONNINI,

MEMBRE DE PLUSIEURS SOCIÉTÉS SAVANTES.

TOME DIXIÈME.



A LONDRES.
CHEZ DEBOFFE, LIBRAIRE.
1799.

HISTOIRE
NATURELLE
DES MINÉRAUX.

LIQUEUR DES CAILLOUX.

J'AI dit et répété plus d'une fois dans le cours de mes ouvrages, que l'argille tiroit son origine de la décomposition des grès et des autres débris du quartz réduits en poudre, et atténués par l'action des acides et l'impression de l'eau; je l'ai même démontré par des expériences faciles à répéter, et par lesquelles on peut convertir en assez peu de tems la poudre de grès en argille, par la simple action de l'acide aérien et de l'eau: j'ai rapporté de semblables épreuves sur le verre pulvérisé; j'ai cité les observations réitérées et constantes qui nous ont également prouvé que les laves les plus solides des volcans se convertissent en terre argilleuse, en sorte qu'indépendamment des recherches chymiques et des preuves qu'elles peuvent fournir, la conversion des sables

vitreux en argille m'étoit bien démontrée; mais une vérité, tirée des analogies générales, fait peu d'effet sur les esprits accoutumés à ne juger que par les résultats de leur méthode particulière; aussi la plupart des chymistes doutent encore de cette conversion, et néanmoins les résultats bien entendus de leur propre méthode me semblent confirmer cette même vérité aussi pleinement qu'ils peuvent le desirer; car, après avoir séparé dans l'argille l'acide de sa base terreuse, ils ont reconnu que cette base étoit une terre vitrifiable; ils ont ensuite combiné par le moyen du feu, le quartz pulvérisé avec l'alkali dissous dans l'eau, et ils ont vu que cette matière précipitée devient soluble comme la terre de l'alun par l'acide vitriolique; enfin ils en ont formé un composé fluide qu'ils ont nommé *liqueur des cailloux :* « Une demi-partie d'alkali, et une partie de quartz pulvérisé, fondues ensemble, dit M. de Morveau, forment un beau verre transparent, qui conserve sa solidité : si on change les proportions, et que l'on mette, par exemple, quatre parties d'alkali pour une partie de terre quartzeuse, la masse fondue participera d'autant plus des propriétés salines; elle sera soluble par l'eau, ou même se résoudra

spontanément en liqueur par l'humidité de l'air ; c'est ce que l'on nomme *liqueur des cailloux :* le quartz y est tenu en dissolution par l'alkali, au point de passer par le filtre.

» Tous les acides, et même l'eau chargée d'air fixe, précipitent cette liqueur des cailloux, parce qu'en s'unissant à l'alkali, ils le forcent d'abandonner la terre; quand les deux liqueurs sont concentrées, il se fait une espèce de miracle chymique, c'est-à-dire, que le mélange devient solide.... On peut conclure de toutes les expériences faites à ce sujet, 1° que la terre quartzeuse éprouve pendant sa combinaison avec l'alkali, par la fusion, une altération qui la rapproche de l'état de l'argille, et la rend susceptible de former de l'alun avec l'acide vitriolique ; 2° que la terre argilleuse et la terre quartzeuse, altérées par la vitrification, ont une affinité marquée, même par la voie humide, avec l'alkali privé d'air, etc.... Aussi l'argille et l'alun sont bien réellement des sels vitrioliques à base de terre vitrifiable...

» L'argille est un sel avec excès de terre... et il est certain qu'elle contient de l'acide vitriolique, puisqu'elle décompose le nitre

et le sel marin à la distillation ; on démontre que sa base est alumineuse, en saturant d'acide vitriolique l'argille dissoute dans l'eau, et formant ainsi un véritable alun ; on fait passer enfin l'alun à l'état d'argille, en lui faisant prendre une nouvelle portion de terre alumineuse, précipitée et édulcorée : il faut l'employer tandis qu'elle est encore en bouillie, car elle devient beaucoup moins soluble en séchant, et cette circonstance établit une nouvelle analogie entre elle et la terre précipitée de la liqueur des cailloux (1) ».

Cette terre, qui sert de base à l'alun, est argilleuse ; elle prend au feu, comme l'argille, toutes sortes de couleurs ; elle y devient rougeâtre, jaune, brune, grise, verdâtre, bleuâtre et même noire ; et si l'on précipite la terre vitrifiable de la liqueur des cailloux, cette terre précipitée a toutes les propriétés de la terre de l'alun ; car, en l'unissant à l'acide vitriolique, on en fait de l'alun ; ce qui prouve que l'argille est de la même essence que la terre vitrifiable ou quartzeuse.

---

(1) Elémens de chymie, par M. de Morveau, tome II, pages 59, 70 et 71.

Ainsi, les recherches chymiques, bien loin de s'opposer au fait réel de la conversion des verres primitifs en argille, le démontrent encore par leurs résultats, et il est certain que l'argille ne diffère du quartz ou du grès réduits en poudre, que par l'atténuation des molécules de cette poudre quartzeuse sur laquelle l'acide aérien, combiné avec l'eau, agit assez long-tems pour les pénétrer, et enfin les réduire en terre : l'acide vitriolique ne produiroit pas cet effet, car il n'a point d'action sur le quartz ni sur les autres matières vitreuses ; c'est donc à l'acide aérien qu'on doit l'attribuer : son union d'une part avec l'eau, et d'autre part le mélange des poussières alkalines avec les poudres vitreuses, lui donnent prise sur cette même matière quartzeuse ; ceci me paroît assez clair, même en rigoureuse chymie, pour espérer qu'on ne doutera plus de cette conversion des verres primitifs en argille, puisque toutes les argilles sont mélangées des débris de coquilles et d'autres productions du même genre, qui toutes peuvent fournir à l'acide aérien l'intermède alkalin, nécessaire à sa prompte action sur la matière vitrifiable ; d'ailleurs l'acide aérien,

seul et sans mélange d'alkali, attaque avec le tems toutes les matières vitreuses; car le quartz, le cristal de roche et tous les autres verres produits par la Nature, se ternissent, s'irisent et se décomposent à la surface par la seule impression de l'air humide; et par conséquent la conversion du quartz en argille a pu s'opérer par la seule combinaison de l'acide aérien et de l'eau : ainsi, les expériences chymiques prouvent ce que les observations en histoire naturelle m'avoient indiqué; savoir, que l'argille est de la même essence que le quartz, et qu'elle n'en diffère que par l'atténuation de ses molécules réduites en terre par l'impression de l'acide primitif et de l'eau.

Et ce même acide aérien, en agissant dès les premiers tems sur la matière quartzeuse, y a pris une base qui l'a fixé, et en a fait l'acide le plus puissant de tous, l'acide vitriolique qui, dans le fond, ne diffère de l'acide primitif que par sa fixité, et par la masse et la force que lui donne la substance vitrifiable qui lui sert de base; mais l'acide aérien étant répandu dans toute l'étendue de l'air, de la terre et des eaux, et le globe entier n'étant dans le premier tems qu'une

masse vitrifiée, cet acide primitif a pénétré toutes les poudres vitreuses, et les ayant atténuées, ramollies et humectées par son union avec l'eau, les a peu à peu décomposées, et enfin converties en terres argilleuses.

ALUN (1).

L'ACIDE aérien s'étant d'abord combiné avec les poudres du quartz et des autres verres primitifs, a produit l'acide vitriolique par son union avec cette terre vitrifiée, laquelle s'étant ensuite convertie et réduite en argille par cette action même de l'acide et de l'eau, cet acide vitriolique s'y est conservé et s'y manifeste sous la forme d'alun; et l'on ne peut douter que ce sel ne soit composé d'acide vitriolique et de terre argilleuse; mais cette terre de l'alun est-elle de l'argille pure, comme M. Bergman, et d'après lui, la plupart des chymistes récens le

(1) En hébreu, *neter*. En grec, *stypteria*, à cause de sa propriété astringente. En latin, *alumen*. En allemand, *alaun*. En italien, *alume*. En espagnol, *alumbre*. En russe, *kwastzy*. — *Alumen nativum*. Waller. — *Alumen nudum*. Lin. — *Vitriol d'argille*. Morveau, *Elémens de chymie*. — *Argille vitriolée*; Bergm. *Sciagr*. — *Alun. Sulfate d'alumine*, Daubenton, *Tableau méthodique des minéraux*.

SONNINI.

prétendent? Il me semble qu'il y a plusieurs raisons d'en douter, et qu'on peut croire avec fondement, que cette argille qui sert de base à l'alun n'est pas pure, mais mélangée d'une certaine quantité de terre limoneuse et calcaire, qui toutes deux contiennent de l'alkali.

1°. Deux de nos plus savans chymistes, MM. Macquer et Beaumé, ont reconnu des indices de substances alkalines dans cette terre : « Quoiqu'esssentiellement argilleuse, dit M. Macquer, la terre de l'alun paroît cependant exiger un certain dégré de calcination, et même le concours des sels alkalis pour former facilement et abondamment de l'alun avec de l'acide vitriolique; et M. Beaumé est parvenu à réduire l'alun en une espèce de sélénite, en combinant avec ce sel la plus grande quantité possible de sa *propre terre* (1) ». Cela me paroît indiquer assez clairement, que cette terre qui sert de base à l'alun n'est pas une argille pure, mais une terre vitreuse mélangée de substances alkalines et calcaires :

2°. M. Fougeroux de Bondaroy, l'un de

(1) Dictionnaire de chymie, tome IV, pages 9 et suivantes.

ALUN (1).

L'ACIDE aérien s'étant d'abord combiné avec les poudres du quartz et des autres verres primitifs, a produit l'acide vitriolique par son union avec cette terre vitrifiée, laquelle s'étant ensuite convertie et réduite en argille par cette action même de l'acide et de l'eau, cet acide vitriolique s'y est conservé et s'y manifeste sous la forme d'alun; et l'on ne peut douter que ce sel ne soit composé d'acide vitriolique et de terre argilleuse; mais cette terre de l'alun est-elle de l'argille pure, comme M. Bergman, et d'après lui, la plupart des chymistes récens le

(1) En hébreu, *neter*. En grec, *stypteria*, à cause de sa propriété astringente. En latin, *alumen*. En allemand, *alaun*. En italien, *alume*. En espagnol, *alumbre*. En russe, *kwastzy*. — *Alumen nativum*. Waller. — *Alumen nudum*. Lin. — *Vitriol d'argille*. Morveau, *Elémens de chymie*. — *Argille vitriolée*, Bergm. *Sciagr.* — *Alun. Sulfate d'alumine*, Daubenton, *Tableau méthodique des minéraux*.

SONNINI.

prétendent? Il me semble qu'il y a plusieurs raisons d'en douter, et qu'on peut croire avec fondement, que cette argille qui sert de base à l'alun n'est pas pure, mais mélangée d'une certaine quantité de terre limoneuse et calcaire, qui toutes deux contiennent de l'alkali.

1°. Deux de nos plus savans chymistes, MM. Macquer et Beaumé, ont reconnu des indices de substances alkalines dans cette terre : « Quoiqu'esssentiellement argilleuse, dit M. Macquer, la terre de l'alun paroît cependant exiger un certain dégré de calcination, et même le concours des sels alkalis pour former facilement et abondamment de l'alun avec de l'acide vitriolique; et M. Beaumé est parvenu à réduire l'alun en une espèce de sélénite, en combinant avec ce sel la plus grande quantité possible de sa *propre terre* (1) ». Cela me paroît indiquer assez clairement, que cette terre qui sert de base à l'alun n'est pas une argille pure, mais une terre vitreuse mélangée de substances alkalines et calcaires :

2°. M. Fougeroux de Bondaroy, l'un de

(1) Dictionnaire de chymie, tome IV, pages 9 et suivantes.

ALUN (1).

L'ACIDE aérien s'étant d'abord combiné avec les poudres du quartz et des autres verres primitifs, a produit l'acide vitriolique par son union avec cette terre vitrifiée, laquelle s'étant ensuite convertie et réduite en argille par cette action même de l'acide et de l'eau, cet acide vitriolique s'y est conservé et s'y manifeste sous la forme d'alun; et l'on ne peut douter que ce sel ne soit composé d'acide vitriolique et de terre argilleuse; mais cette terre de l'alun est-elle de l'argille pure, comme M. Bergman, et d'après lui, la plupart des chymistes récens le

(1) En hébreu, *neter*. En grec, *stypteria*, à cause de sa propriété astringente. En latin, *alumen*. En allemand, *alaun*. En italien, *alume*. En espagnol, *alumbre*. En russe, *kwastzy*. — *Alumen nativum*. Waller. — *Alumen nudum*. Lin. — *Vitriol d'argille*. Morveau, *Elémens de chymie*. — *Argille vitriolée*; Bergm. *Sciagr.* — *Alun. Sulfate d'alumine*, Daubenton, *Tableau méthodique des minéraux*.

SONNINI.

prétendent? Il me semble qu'il y a plusieurs raisons d'en douter, et qu'on peut croire avec fondement, que cette argille qui sert de base à l'alun n'est pas pure, mais mélangée d'une certaine quantité de terre limoneuse et calcaire, qui toutes deux contiennent de l'alkali.

1°. Deux de nos plus savans chymistes, MM. Macquer et Beaumé, ont reconnu des indices de substances alkalines dans cette terre : « Quoiqu'esssentiellement argilleuse, dit M. Macquer, la terre de l'alun paroît cependant exiger un certain dégré de calcination, et même le concours des sels alkalis pour former facilement et abondamment de l'alun avec de l'acide vitriolique; et M. Beaumé est parvenu à réduire l'alun en une espèce de sélénite, en combinant avec ce sel la plus grande quantité possible de sa *propre terre* (1) ». Cela me paroît indiquer assez clairement, que cette terre qui sert de base à l'alun n'est pas une argille pure, mais une terre vitreuse mélangée de substances alkalines et calcaires :

2°. M. Fougeroux de Bondaroy, l'un de

(1) Dictionnaire de chymie, tome IV, pages 9 et suivantes.

ALUN (1).

L'ACIDE aérien s'étant d'abord combiné avec les poudres du quartz et des autres verres primitifs, a produit l'acide vitriolique par son union avec cette terre vitrifiée, laquelle s'étant ensuite convertie et réduite en argille par cette action même de l'acide et de l'eau, cet acide vitriolique s'y est conservé et s'y manifeste sous la forme d'alun; et l'on ne peut douter que ce sel ne soit composé d'acide vitriolique et de terre argilleuse; mais cette terre de l'alun est-elle de l'argille pure, comme M. Bergman, et d'après lui, la plupart des chymistes récens le

(1) En hébreu, *neter*. En grec, *stypteria*, à cause de sa propriété astringente. En latin, *alumen*. En allemand, *alaun*. En italien, *alume*. En espagnol, *alumbre*. En russe, *kwastzy*. — *Alumen nativum*. Waller. — *Alumen nudum*. Lin. — *Vitriol d'argille*. Morveau, *Elémens de chymie*. — *Argille vitriolée*; Bergm. *Sciagr.* — *Alun. Sulfate d'alumine*, Daubenton, *Tableau méthodique des minéraux*.

SONNINI.

prétendent? Il me semble qu'il y a plusieurs raisons d'en douter, et qu'on peut croire avec fondement, que cette argille qui sert de base à l'alun n'est pas pure, mais mélangée d'une certaine quantité de terre limoneuse et calcaire, qui toutes deux contiennent de l'alkali.

1°. Deux de nos plus savans chymistes, MM. Macquer et Beaumé, ont reconnu des indices de substances alkalines dans cette terre : « Quoiqu'esssentiellement argilleuse, dit M. Macquer, la terre de l'alun paroît cependant exiger un certain dégré de calcination, et même le concours des sels alkalis pour former facilement et abondamment de l'alun avec de l'acide vitriolique; et M. Beaumé est parvenu à réduire l'alun en une espèce de sélénite, en combinant avec ce sel la plus grande quantité possible de sa *propre terre* (1) ». Cela me paroît indiquer assez clairement, que cette terre qui sert de base à l'alun n'est pas une argille pure, mais une terre vitreuse mélangée de substances alkalines et calcaires :

2°. M. Fougeroux de Bondaroy, l'un de

---

(1) Dictionnaire de chymie, tome IV, pages 9 et suivantes.

ALUN (1).

L'ACIDE aérien s'étant d'abord combiné avec les poudres du quartz et des autres verres primitifs, a produit l'acide vitriolique par son union avec cette terre vitrifiée, laquelle s'étant ensuite convertie et réduite en argille par cette action même de l'acide et de l'eau, cet acide vitriolique s'y est conservé et s'y manifeste sous la forme d'alun; et l'on ne peut douter que ce sel ne soit composé d'acide vitriolique et de terre argilleuse; mais cette terre de l'alun est-elle de l'argille pure, comme M. Bergman, et d'après lui, la plupart des chymistes récens le

(1) En hébreu, *neter*. En grec, *stypteria*, à cause de sa propriété astringente. En latin, *alumen*. En allemand, *alaun*. En italien, *alume*. En espagnol, *alumbre*. En russe, *kwastzy*. — *Alumen nativum*. Waller. — *Alumen nudum*. Lin. — *Vitriol d'argille*. Morveau, *Elémens de chymie*. — *Argille vitriolée*, Bergm. *Sciagr.* — *Alun. Sulfate d'alumine*, Daubenton, *Tableau méthodique des minéraux*.

SONNINI.

prétendent? Il me semble qu'il y a plusieurs raisons d'en douter, et qu'on peut croire avec fondement, que cette argille qui sert de base à l'alun n'est pas pure, mais mélangée d'une certaine quantité de terre limoneuse et calcaire, qui toutes deux contiennent de l'alkali.

1°. Deux de nos plus savans chymistes, MM. Macquer et Beaumé, ont reconnu des indices de substances alkalines dans cette terre : « Quoiqu'esssentiellement argilleuse, dit M. Macquer, la terre de l'alun paroît cependant exiger un certain dégré de calcination, et même le concours des sels alkalis pour former facilement et abondamment de l'alun avec de l'acide vitriolique; et M. Beaumé est parvenu à réduire l'alun en une espèce de sélénite, en combinant avec ce sel la plus grande quantité possible de sa *propre terre* (1) ». Cela me paroît indiquer assez clairement, que cette terre qui sert de base à l'alun n'est pas une argille pure, mais une terre vitreuse mélangée de substances alkalines et calcaires :

2°. M. Fougeroux de Bondaroy, l'un de

(1) Dictionnaire de chymie, tome IV, pages 9 et suivantes.

nos savans académiciens, qui a fait une très-bonne description (1) de la carrière dont on tire l'alun de Rome, dit expressément : « Je regarde cette pierre d'alun comme calcaire, puisqu'elle se calcine au feu.... La chaux que l'on fait de cette pierre a la propriété de se durcir sans aucun mélange de sable ou d'autres terres, lorsqu'après avoir été humectée on la laisse sécher ». Cette observation de M. de Bondaroy semble démontrer que les pierres de cette carrière de la Tolfa, dont on tire l'alun de Rome, seroient de la même nature que nos pierres à plâtre, si la matière calcaire n'y étoit pas mêlée d'une plus grande quantité d'argille; ce sont, à mon avis, des marnes plus argilleuses que calcaires, qui ont été pénétrées de l'acide vitriolique, et qui par conséquent peuvent fournir également de l'alun et de la sélénite :

3°. L'alun ne se tire pas de l'argille blanche et pure qui est de première formation; mais des glaises ou argilles impures qui sont de seconde formation, et qui toutes contiennent des corps marins, et sont par consé-

(1) Mémoires de l'académie des sciences, année 1766, pages 1 et suivantes.

quent mélangées de substance calcaire, et souvent aussi de terre limoneuse:

4°. Comme l'alun se tire aussi des pyrites, et même en grande quantité, et que les pyrites contiennent de la terre ferrugineuse et limoneuse, il me semble qu'on peut en inférer que la terre qui sert de base à l'alun est aussi mélangée de terre limoneuse; et je ne sais si le grand boursouflement que ce sel prend au feu, ne doit être attribué qu'à la raréfaction de son eau de cristallisation, et si cet effet ne provient pas, du moins en partie, de la nature de la terre limoneuse qui, comme je l'ai dit, se boursoufle au feu, tandis que l'argille pure y prend de la retraite:

5°. Et ce qui me paroît encore plus décisif, c'est que l'acide vitriolique, même le plus concentré, n'a aucune action sur la terre vitrifiable pure, et qu'il ne l'attaque qu'autant qu'elle est mélangée de parties alkalines; il n'a donc pu former l'alun avec la terre vitrifiable simple ou avec l'argille pure, puisqu'il n'auroit pu les saisir pour en faire la base de ce sel, et qu'en effet, il n'a saisi l'argille qu'à cause des substances calcaires ou limoneuses, dont

cette terre vitrifiable s'est trouvée mélangée.

Quoi qu'il en soit, il est certain que toutes les matières dont on tire l'alun, ne sont ni purement vitreuses, ni purement calcaires ou limoneuses, et que les pyrites, les pierres d'alun et les terres alumineuses, contiennent non seulement de la terre vitrifiable ou de l'argille en grande quantité, mais aussi de la terre calcaire ou limoneuse en petite quantité ; ce n'est que quand cette terre de l'alun a été travaillée par des opérations qui en ont séparé les terres calcaires et limoneuses, qu'elle a pu devenir une argille pure sous la main de nos chymistes. Cependant M. le baron de Diétrich prétend (1) ; « que la pierre qui fournit l'alun et que l'on tire à la Tolfa, est une véritable argille qui ne contient point, ou très-peu de parties calcaires ; que la petite quantité de sélénite qui se forme pendant la manipulation, ne prouve pas qu'il y ait de la terre calcaire dans la pierre d'alun... et que la chaux qui produit la sélénite peut très-bien provenir des eaux avec lesquelles on

(1) Lettres sur la minéralogie, par M. Ferber. Note de M. le baron de Diétrich, pages 315 et 316.

on arrose la pierre après l'avoir calcinée ». Mais quelque confiance que puissent mériter les observations de cet habile minéralogiste, nous ne pouvons nous empêcher de croire que la terre dont on retire l'alun, ne soit composée d'une grande quantité d'argille, et d'une certaine portion de terre limoneuse et de terre calcaire ; nous ne croyons pas qu'il soit nécessaire d'insister sur les raisons que nous venons d'exposer, et qui me semblent décisives : l'impuissance de l'acide vitriolique sur les matières vitrifiables, suffit seule pour démontrer qu'il n'a pu former l'alun avec l'argille pure ; ainsi, l'acide vitriolique a existé long-tems avant l'alun, qui n'a pu être produit qu'après la naissance des coquillages et des végétaux, puisque leurs détrimens sont entrés dans sa composition.

La Nature ne nous offre que très-rarement et en bien petite quantité de l'alun tout formé ; on a donné à cet alun natif le nom d'*alun de plume*, parce qu'il est cristallisé en filets qui sont arrangés comme les barbes d'une plume (1); ce sel se présente plus sou-

(1) Les rochers qui entourent l'île de Melo, sont d'une nature de pierre légère, spongieuse, qui semble

vent en efflorescence de formes différentes sur la surface de quelques minéraux pyriteux ; sa saveur est acerbe et styptique, et son action très-astringente : ces effets qui proviennent de l'acide vitriolique démontrent qu'il est plus libre et moins saturé dans l'alun que dans la sélénite, qui n'a point de saveur sensible, et en général, le plus ou moins d'action de toute matière saline dépend de cette différence ; si l'acide est pleinement saturé par la matière qu'il a saisie, comme dans l'argille et le gypse, il n'a plus de saveur, et moins il est saturé, comme dans l'alun et les vitriols métalliques, plus il est

---

porter l'empreinte de la destruction. La pierre des anciennes carrières que je visitai, offre les mêmes caractères ; toutes les parois de ces galeries souterraines sont couvertes d'alun qui s'y forme continuellement ; on y trouve le superbe et véritable alun de plume, qu'il ne faut pas confondre avec l'amiante, quoiqu'à la première inspection il soit souvent facile de s'y tromper. L'alun de Melo étoit fort estimé des anciens ; Pline en parle et paroît même désigner cet alun de plume dans le passage suivant : *Concreti aluminis unum genus schiston appellant Græci, in capillamenta quædam canescentia dehiscens ; undè quidam trichitin potiùs appellavere.* Lib. XXXV, cap. XV. *Voyage pittoresque de la Grèce, par M. le comte de Choiseul-Gouffier*, in-folio, *page* 12.

corrosif. Cependant la qualité de la base dans chaque sel, influe aussi sur sa saveur et son action ; car plus la matière de ses bases est dense et pesante, plus elle acquiert de masse et de puissance par son union avec l'acide, et plus la saveur du sel qui en résulte, a de force.

Il n'y a point de mines d'alun proprement dites, puisqu'on ne trouve nulle part ce sel en grandes masses, comme le sel marin, ni même en petites masses comme le vitriol; mais on le tire aisément des argilles qui portent le nom de *terres alumineuses*, parce qu'elles sont plus chargées d'acide, et peut-être plus mélangées de terre limoneuse ou calcaire que les autres argilles : il en est de même de ces pierres d'alun dont nous venons de parler, et qui sont *argillo-calcaires ;* on le retire aussi des pyrites dans lesquelles l'acide vitriolique se trouve combiné avec la terre ferrugineuse et limoneuse : la simple lessive à l'eau chaude suffit pour extraire ce sel des terres alumineuses ; mais il faut laisser effleurir les pyrites à l'air, ainsi que ces pierres d'alun, ou les calciner au feu et les réduire en poudre avant de les lessiver pour en obtenir l'alun.

L'eau bouillante dissout ce sel plus promptement et en bien plus grande quantité que

l'eau froide ; il se cristallise par l'évaporation et le refroidissement ; la figure de ses cristaux varie, comme celle de tous les autres sels. M. Bergman assure néanmoins que quand la cristallisation de l'alun n'est pas troublée, il forme des octaëdres parfaits (1), transparens et sans couleur, comme l'eau (2). Cet habile et laborieux chymiste prétend aussi s'être assuré que ces cristaux contiennent trente-neuf parties d'acide vitriolique, seize parties et demie d'argille pure, et quarante-cinq parties et demie d'eau (3) ; mais je soupçonne que dans son eau, et peut-être même dans son acide vitriolique, il est resté de la terre calcaire

---

(1) M. Demeste dit, avec plus de fondement ce me semble, « que ce sel se cristallise en effet en octaëdres rectangles, lorsqu'il est avec excès d'acide, mais que la forme de ces octaëdres varie beaucoup ; que leurs côtés et leurs angles sont souvent tronqués, et que d'ailleurs il a vu des cristaux d'alun parfaitement cubiques, et d'autres rectangles ». *Lettres, tome II, page* 220.

(2) Lorsque l'alun contient un peu moins d'acide, il forme aussi des cubes. Delamétherie, *Sciagr.*

SONNINI.

(3) Opuscules chymiques, tome I, p. 309 et 310.

ou limoneuse, car il est certain que la base de l'alun en contient : l'acide, quoiqu'en si grande quantité, relativement à celle de la terre qui lui sert de base, est néanmoins si fortement uni avec cette terre, qu'on ne peut l'en séparer par le feu le plus violent; il n'y a d'autres moyens de les désunir qu'en offrant à cet acide des alkalis, ou quelques matières inflammables avec lesquelles il ait encore plus d'affinité qu'avec sa terre; on retire par ce moyen l'acide vitriolique de l'alun calciné; on en forme du soufre artificiel, et du pyrophore qui a la propriété de s'enflammer par le seul contact de l'air (1).

L'alun qui se tire des matières pyriteuses s'appelle dans le commerce *alun de glace* ou *alun de roche*; il est rarement pur, parce qu'il retient presque toujours quelques parties métalliques, et qu'il est mêlé de vitriol de fer. L'alun connu sous le nom d'*alun de Rome* (2), est plus épuré et sans mélange

---

(1) Dictionnaire de chymie, par M. Macquer, article *alun.*

(2) La carrière de la Tolfa, qui fournit l'*alun de Rome*... forme, dit M. de Bondaroy, une montagne haute de cent cinquante ou cent soixante pieds... Les pierres dont elle est formée, ne sont point ar-

sensible de vitriol de fer, quoiqu'il soit uu peu rouge ; on le tire en Italie des pierres

---

rangées par lits, comme la plupart des pierres cal. caires... mais par masses et par blocs...

La pierre d'alun tient un peu à la langue... et selon les ouvriers, elle se décompose lorsqu'on la laisse long-tems exposée à l'air... Pour faire calciner cette pierre, on l'arrange sur la voûte de plusieurs fourneaux qui sont construits sous terre, de manière que chaque pierre laisse entre elle un petit intervalle pour laisser parvenir le feu jusqu'au haut du fourneau... et on ne retire ces pierres qu'après qu'elles ont subi l'action du feu pendant douze ou quatorze heures... Lorsqu'elles sont bien calcinées, elles se rompent aisément, s'attachent fortement sur la langue et y laissent le goût styptique de l'alun... Mais une calcination trop vive gâteroit ces pierres, et il vaut mieux qu'elles soient moins calcinées, parce qu'il est aisé de remédier à ce dernier inconvénient, en les remettant au feu...

Ces pierres calcinées sont ensuite arrangées en forme de muraille disposée en talus, pour recevoir l'eau dont on les arrose de tems à autre, pendant l'espace de quarante jours ; mais s'il survient des pluies continuelles, elles sont entièrement perdues, parce que l'eau en les décomposant plus qu'il ne faudroit, se charge des sels et les entraîne avec elle... Lorsque les pierres sont parvenues à un juste dégré de décomposition, c'est-à-dire, lorsque leurs parties sont entièrement désunies, on peut en former une pâte

alumineuses de la carrière de la Tolfa : il y a de semblables carrières de pierre d'alun en

---

blanche pétrifiable.... On les porte alors dans les chaudières que l'on a remplies d'eau, et dont le fond est de plomb... Tandis que cette eau des chaudières est en ébullition, on remue la matière avec une pelle, on la débarrasse des écumes qui nagent sur sa surface, et ensuite on fait évaporer l'eau qui a dissous les sels d'alun... et lorsqu'on juge qu'elle est assez chargée de sel, on la fait passer dans un cuvier, ensuite dans des cuves de bois de chêne, dont la forme est carrée ; et c'est dans ces dernières cuves qu'on la laisse cristalliser... Au bout d'environ quinze jours on voit l'alun se cristalliser le long de l'intérieur des cuves, en cristaux fort irréguliers ; mais quelquefois à l'ouverture de la décharge des cuves, l'alun se forme en beaux cristaux et d'une forme très-régulière...

Les pierres ne donnent peut-être pas en sel d'alun la cinquantième partie de leur poids.... elles sont très-peu attaquables par les acides... n'étincellent que foiblement avec le briquet, et les ouvriers prétendent que les meilleures n'étincellent point du tout... elles ont le grain fin, et sont aisées à casser... La terre qui reste après la calcination et la cristallisation du sel, tient beaucoup de la nature d'une argille lavée.

Je regarde cette pierre comme calcaire, puisqu'elle se calcine au feu... cependant les expériences faites par d'habiles chymistes, ont démontré que la terre

Angleterre (2), particulièrement à Whitby, dans le comté d'Yorck, ainsi qu'en Saxe,

---

qui fait la base de l'alun, est vitrifiable... *La chaux que l'on fait de cette pierre, a la propriété de se durcir sans aucun mélange de sable ou d'autres terres, lorsqu'après avoir été humectée, on la laisse sécher.* Dans toute chaux il se trouve de la craie; dans celle-ci, il semble qu'on trouve du sable ou une vraie terre glaise : la pierre d'alun non calcinée et broyée en poudre fine, prend une consistance approchante de celle d'une terre grasse, lorsqu'on l'a humectée d'eau... La meilleure est jaunâtre, un peu grise. *Mémoires de l'académie des sciences, année* 1766, *pages* 1 *et suiv.*

Nota. M. l'abbé Guénée prétend néanmoins que la meilleure terre d'alun est blanche comme de la craie, et le sentiment des ouvriers s'accorde en cela avec le sien; ils rejettent les pierres grumeleuses qui s'égrènent facilement entre les doigts, et celles qui sont rougeâtres. *Lettres de M. Ferber. Note, p.* 516.

Les montagnes alumineuses de la Tolfa, disposées en rochers blancs, comme de la craie, sont, dit M. Ferber, séparées par un vallon qui a plusieurs petites issues sur les côtes, et qui ne doit son origine qu'à l'immensité de pierres alumineuses qu'on en a tirées... Les mineurs soutenus par des cordes, sur les bords escarpés des rochers auxquels ils sont adossés, font, dans cette situation, des trous qu'ils chargent de poudre.... ensuite on y met le feu, après quoi on détache les pierres que la poudre a fait éclater..... L'argille

en Suède, en Norwège (3), et dans les pays de Hesse et de Liége, de même que

---

alumineuse est d'un gris blanc, ou blanche comme de la craie; elle est compacte et assez dure; en la raclant avec un couteau, on en obtient une poudre argilleuse qui ne fait point effervescence avec les acides; elle est déjà pénétrée de l'acide vitriolique, et sa base est une terre argilleuse... Il y a dans la même carrière une argille molle, blanche comme de la craie, et une autre d'un gris bleuâtre, que l'acide a commencé à tacher de blanc... La pierre d'alun de la Tolfa est donc une argille durcie, pénétrée et blanchie par l'acide vitriolique; cette pierre renferme quelques petites parties calcaires qui se forment en sélénite pendant la fabrication de l'alun; elles s'attachent aux vaisseaux: cette argille ou pierre d'alun compacte, sans être schisteuse, est disposée en masses et non par couches.

Les masses d'argille blanche de la Tolfa, sont traversées de haut en bas par diverses petites veines de quartz gris blanc, presque perpendiculaires, de trois à quatre pouces d'épaisseur. Il y a de la pierre d'alun blanche, à taches rougeâtres, qui ressemble à un savon marbré, rouge et blanc. *Lettres sur la minéralogie, pages* 315 *et suiv.*

(2) Il y a, dit Daniel Colwal (*Transactions philosophiques, année* 1678), des mines de pierres qui fournissent de l'alun dans la plupart des montagnes situées entre Scarboroug et la rivière de Tées, dans le comté d'Yorck, et encore près de Preston, dans

suffisant, la terre ou pierre alumineuse, à la lessiver ensuite, et à faire cristalliser

---

dont le terrain est très-sabloneux : le minerai y est par couches, dont on en distingue deux qui s'étendent sur une lieue d'arrondissement, et très-faciles à exploiter, puisqu'elles se trouvent près de la surface de la terre, et qu'elles sont presque horizontales... Le minerai n'est point en roc comme celui de Whitby; il consiste en une terre durcie, mais très-friable, dont les morceaux se détachent en surfaces carrées, comme la plupart des charbons de terre : ces surfaces sont très-noires; mais si l'on brise ces morceaux, on voit que l'intérieur est composé de petites couches très-minces d'une terre brune, schisteuse; le minerai d'ailleurs contient beaucoup de bitume, peu de soufre, et tombe facilement en efflorescence ; c'est pourquoi on ne le fait pas griller ; il n'est besoin que de l'exposer à l'air pour en développer l'alun.... Le minerai reste exposé à l'air pendant deux ans avant que d'être lessivé; alors il est en majeure partie décomposé, et tombe presque en poussière.

» Il arrive très-souvent que le minerai éprouve une fermentation si considérable qu'il s'enflamme; et comme il seroit dangereux de perdre beaucoup d'alun, on y remédie aussitôt qu'on s'en aperçoit, en ouvrant le tas dans l'endroit où se forme l'embrâsement; le seul contact de l'air suffit pour l'arrêter ou l'éteindre, sans qu'il soit besoin d'y jeter de l'eau : lorsque le minerai a été deux ans en efflorescence, il prend dans son intérieur une couleur

l'alun par l'évaporation de l'eau (5). L'alun de Rome est celui qui est le plus estimé et

---

jaunâtre, qui est due sans doute à une terre martiale; on y voit entre ses couches de l'alun tout formé, et sur toute la longueur de la surface extérieure du tas, des lignes d'une matière blanche, qui n'est autre chose que ce sel tout pur.

» A Christineoff, en Suède, le rocher alumineux est une espèce d'ardoise noire, qui se délite aisément, et qui contient très-souvent entre ses lits, des rognons de pyrite martiale de différentes grosseurs, mais dont la forme est presque toujours celle d'une sphère aplatie; on y trouve encore des couches d'un rocher noir, à grandes et petites facettes, d'un pied d'épaisseur, qui, par la mauvaise odeur qu'il donne en le frottant, peut être mis dans la classe des *pierres de porc :* on y voit aussi des petites veines perpendiculaires d'un gypse très-blanc.

» Ces couches de minerai ont une très-grande étendue; on prétend même avoir reconnu qu'elles avoient une continuité à plus d'une lieue; mais ce qu'il y a de certain, c'est qu'on ignore encore leur profondeur.

» Sur le penchant d'une petite montagne opposée à la ville de Christiania, en Norwège, et presque au niveau de la mer, on exploite une mine d'alun qui a donné lieu à un établissement assez considérable... L'espèce de minerai que l'on a à traiter, est proprement une ardoise, qui contient entre ses lits quantité de rognons de pyrites martiales; on l'exploite de la

qu'on assure être le plus pur, tous les aluns sont, comme l'on voit, des productions de

---

même manière qu'en Suède, à tranchée ouverte et à peu de frais.

» Sur la route de Grossalmrode à Cassel, on trouve plusieurs mines d'alun qui sont exploitées par des particuliers.... Le minerai d'alun forme une couche d'une très-grande étendue, sur huit à neuf toisesd'épaisseur, et dont la couleur et la texture le rapprochent beaucoup de l'espèce de celui de Schwemsal, que l'on exploite en Saxe, mais sur-tout dans la partie inférieure de la couche; il est de même tendre et friable, et tombe facilement en efflorescence; mais souvent il est mêlé de bois fossile très-bitumineux, et quelquefois aussi de ce bois pétrifié ». *Voyages minéralogiques, tome III, pages* 288, 293, 297, 303 *et* 305.

(4) Les espagnols prétendent que l'alun d'Arragon est encore meilleur que celui de Rome : « Ce sel, dit M. Bowles, se trouve formé dans la terre comme le salpêtre et le sel commun; il ne faut, pour le raffiner, qu'une simple lessive qui le filtre et lui ôte toute l'impureté de la terre... Après cette lessive, on le fait évaporer au feu, ensuite on verse la liqueur dans d'autres vaisseaux où on laisse l'alun se cristalliser au fond ». *Histoire naturelle d'Espagne, pages* 390 *et suiv.*

(5) *Nota.* Dans quelques-unes de ces exploitations on fait griller le minerai; mais, comme le remarque

notre art; et le seul sel de cette espèce que la Nature nous offre tout formé, est l'alun de plume qui ne se trouve que dans les cavités (1) où suintent et s'évaporent les

---

très-bien M. Jars, cette opération n'est bonne que pour celles de ces mines qui sont très-pyriteuses, et seroit pernicieuse dans les autres où la combustion détruiroit une portion de l'alun, et qu'il suffit de laisser effleurir à l'air, où elles s'échauffent d'elles-mêmes.

(1) Dans l'une des mines du territoire de Latera, on trouve contre les parois de la voûte, le plus bel alun de plume, cristallisé en petites aiguilles, blanc argenté, tantôt très-pur, tantôt combiné avec du soufre; on y trouve aussi une pierre argilleuse bleuâtre, crevassée, au milieu de laquelle l'alun s'est fait jour pour se cristalliser en efflorescence : cette mine est située dans un tuf volcanique, où l'on trouve du soufre en masses errantes et disséminées.... Il se trouve au fond de ces mines une eau vitriolique qui découle de la voûte; cette eau, en filtrant à travers les couches qui surmontent la voûte, y forme une croûte, et dépose cet alun natif que l'on trouve aussi cristallisé de même dans plusieurs pierres... Il y a aussi de l'alun cristallisé et en efflorescence sur les parois des voûtes à Puzzola, comme à Mulino, près de Latera... Il y a deux sources auprès des mines de Mulino, dont l'eau est chargée d'une terre alumineuse, blanchâtre, qui lui donne un goût très styptique..... Le limon que l'eau abandonne, ainsi que

eaux chargées de ce sel en dissolution. Cet alun est très-pur, mais nulle part il n'est en assez grande quantité pour faire un objet de commerce, et encore moins pour fournir à la consommation que l'on fait de l'alun dans plusieurs arts et métiers.

Ce sel a en effet des propriétés utiles, tant pour la médecine que pour les arts, et sur-tout pour la teinture et la peinture; la plupart des pastels ne sont que des terres d'alun teintes de différentes couleurs ; il sert à la teinture en ce qu'il a la propriété d'ouvrir les pores et d'entamer la surface des laines et des soies qu'on veut teindre, et de fixer les couleurs jusque dans leur substance: il sert aussià la préparation des cuirs, à lisser le papier, à argenter le cuivre, à blanchir l'argent, etc., mis en suffisante

---

les petites branches et herbes qui y surnagent ou qui restent à sec, se revêtissent d'une croûte alumineuse qui s'en détache aisément, et qui est sans mélange de terre : les grenouilles que l'on met dans cette eau, ne peuvent y vivre, et cependant on y voit une très-grande quantité de petits vermisseaux qui y multiplient ; mais il n'y croît point de végétaux, et ces deux sources exhalent une odeur de foie de soufre très-désagréable. *M. Cassini fils; Mémoires de l'académie des sciences, année 1777, pages 580 et suiv.*

quantité

quantité sur la poudre à canon, il la préserve de l'humidité et même de l'inflammation ; il s'oppose aussi à l'action du feu sur le bois et sur les autres matières combustibles, et les empêche de brûler si elles en sont fortement imprégnées ; on le mêle avec le suif pour rendre les chandelles plus fermes : on frotte d'alun calciné les formes qui servent à imprimer les toiles et papiers pour y faire adhérer les couleurs ; on en frotte de même les balles d'imprimerie pour leur faire prendre l'encre, etc.

Les asiatiques ont, avant les européens, fait usage de l'alun ; les plus anciennes fabriques de ce sel étoient en Syrie et aux environs de Constantinople et de Smyrne, dans le tems des califes ; et ce n'est que vers le milieu du XVe siècle que les italiens transportèrent l'art de fabriquer l'alun dans leur pays, et que l'on découvrit les mines alumineuses d'Ischia, de Viterbe, etc. Les espagnols établirent ensuite dans le XVIe siècle, une manufacture d'alun près de Carthagène, à Almazan, et cet établissement subsiste encore ; depuis ce tems, on a fabriqué de l'alun en Angleterre, en Bohême et dans d'autres provinces de l'Allemagne ; et aujourd'hui on en connoît sept manufactures

en Suède, dont la plus considérable est celle de Garphyttau, dans la Noricie (1).

Il y a en France assez de mines pyriteuses, et même assez de terres alumineuses pour qu'on pût y faire tout l'alun dont on a besoin sans l'acheter de l'étranger, et néanmoins je n'en connois qu'une seule petite manufacture en Roussillon, près des Pyrénées; cependant on en pourroit fabriquer de même en Franche-Comté, où il y a une grande quantité de terres alumineuses à quelque distance de Norteau (2). M. de Gensanne, qui a reconnu ces terres, en a aussi trouvé en Vivarais, près de la Gorce. « Plusieurs veines de cette terre alumineuse, sont dit-il, parsemées de charbon jayet, et l'on y trouve par intervalles de l'alun natif (3) ». Il y a aussi près de Soyon, des mines de couperose et d'alun (4);

(1) Opuscules chymiques de M. Bergman, tome I, pages 304 et suiv.

(2) M. de Gensanne, *Mémoires des savans étrangers, tome IV*.

(3) Histoire naturelle du Languedoc, tome III, page 177.

(4) *Idem, ibid.* page 201.

on voit encore beaucoup de terres alumineuses aux environs de Roquefort et de Cascastel (1) ; d'autres près de Cornillon (2), dans le diocèse d'Uzès, dans lesquelles l'alun se forme naturellement ; mais combien n'avons-nous pas d'autres richesses que nous foulons aux pieds, non par dédain ni par défaut d'industrie, mais par les obstacles qu'on met, ou le peu d'encouragement que l'on donne à toute entreprise nouvelle !

---

(1) Histoire naturelle du Languedoc, tome III, page 177.

(2) Les couches de terres alumineuses y sont séparées par d'autres couches d'une terre à foulon très-précieuse : cette terre est de la plus grande finesse et d'une blancheur éclatante ; elle est de la nature des kaolins, et très-propre à la fabrique des porcelaines, parce que le feu n'altère point sa blancheur, et qu'elle est très-liante : on en fait des pipes à tabac d'une beauté surprenante. Au dessous de toutes ces couches, on trouve un autre banc d'une terre également fine, et qui ne diffère de la précédente que par la couleur, qui est d'un jaune de citron, assez semblable à la terre que nous appelons *jaune de Naples*, mais plus fine : sa couleur est permanente et résiste à l'action du feu ; elle est par conséquent propre à colorer la faïance, en la mêlant avec le feld-spath. Idem, *tome I, pages* 158 *et* 159.

Addition à l'article de l'Alun, par SONNINI.

Si la terre calcaire entre dans la formation de l'alun, ainsi que Buffon l'a pensé, il faut qu'elle y existe en infiniment petite quantité, puisqu'aucune des décompositions chymiques auxquelles l'alun a été soumis, ne l'y a fait découvrir. Il passe à présent pour constant que l'alun n'est qu'un composé d'argille, d'acide vitriolique, et d'eau, et que l'alliage de ces substances s'y rencontre pour l'ordinaire, dans les proportions suivantes : argille 0,18; acide vitriolique 0,38 ; eau 0,44 (1). Suivant un chymiste moderne, l'alun présente aussi à l'analyse, du *sulfate de potasse*, vitriol de potasse, ou du *sulfate d'ammoniaque*, vitriol ammoniacal, et souvent tous les deux à la fois ; il a trouvé ces deux sortes d'alkalis ensemble ou séparément, dans toutes les espèces d'alun qu'il a analysées ; et il a reconnu qu'un quintal

(1) Delamétherie, *Sciagr., tome I, page* 127.

d'alun étoit formé de 49 livres de *sulfate d'alumine*, vitriol d'argille, de 7 livres de *sulfate de potasse*, vitriol de potasse, et de 44 livres d'eau (1). L'addition de la potasse a été jugée nécessaire dans la fabrication de l'alun, pour l'obtenir en beaux cristaux ; Monnet en a aussi démontré l'existence dans les terres qui fournissent l'alun de Rome ; et si, dans quelques cas, cette addition paroît inutile, c'est que la mine d'alun porte avec elle son alkali, ou des sels qui y suppléent (2).

Toutes ces recherches de la chymie n'ont rapport qu'à l'alun qui, pour être formé, a besoin de subir plusieurs opérations dans les mines d'où on le tire. Nous n'avons point de détails du même genre sur l'alun naturel, celui que la Nature a travaillé elle-même dans le sein de la terre, et qui est plus beau et plus pur que le sel de la même espèce, produit par notre art. Cet alun naturel trop peu abondant pour entrer dans le commerce

---

(1) Vauquelin, *Mémoire sur la nature de l'alun du commerce, sur l'existence de la potasse dans ce sel, etc ; lu à l'institut de Paris, en* 1797.

(2) Analyse comparée des quatre principales sortes d'alun connues dans le commerce, par J. A. Chaptal. *Journal des Mines*, 1797, n° 30.

en concurrence avec l'alun que l'on retire des terres et des pierres alumineuses, n'est presque plus connu de nos jours. Les anciens en faisoient un grand usage; ils l'alloient chercher particulièrement en Egypte où on le trouve encore cristallisé dans les grottes. On l'y nomme en arabe *schabbè zéfret*. Le plus estimé de ces aluns natifs venoit de l'île de Milo, dans l'archipel de Grèce, et l'on y en voit encore de tout formé, qui est du véritable alun, de l'alun de roche et non pas seulement de l'alun de plume, comme Buffon l'a écrit, faute d'avoir fait assez d'attention au passage qu'il cite du voyage pittoresque de la Grèce, par Choiseul-Gouffier. En effet, ce n'est qu'après avoir dit que les galeries souterraines de Milo ont leurs parois couvertes d'alun qui s'y forme continuellement, que ce voyageur parle de l'alun de plume, comme s'y trouvant également. J'ai vu moi-même dans la belle, mais très-malsaine île de Milo, une grotte spacieuse, située sur le penchant d'une montagne escarpée et creusée dans un rocher entièrement calciné, une grande quantité de gros morceaux d'alun de roche, incrustés dans les parois de la grotte, et que l'on ne peut en détacher qu'à l'aide d'instrument de

fer. Ce même sel se montre aussi en efflorescence, et dans cet état il présente des cristallisations en petits bouquets, qui prennent différentes configurations. L'alun de plume s'y fait encore remarquer en abondance; il y pend de la voûte en filets soyeux et brillans. J'ai observé que les pierres de l'entrée de la grotte étoient tellement brûlées, qu'avec les doigts seuls on pouvoit aisément les écraser et les réduire en poussière.

Les masses cristallisées d'alun natif lui ont fait donner, ainsi qu'à celui que l'art imite, le nom d'alun de roche; c'est du moins l'opinion générale, comme la plus naturelle; et je ne comprends pas trop comment, dans un fort bon ouvrage de minéralogie, on a prétendu la détruire et la remplacer par l'idée de faire venir la dénomination si simple d'*alun de roche*, du nom d'une ville de Syrie que peu de personnes connoissent, nommée anciennement *Roche*, mot qui n'a rien d'antique ni de syrien, et aujourd'hui *Edesse* (1). C'est avoir une forte antipathie pour les routes battues, que de chercher à faire prévaloir des étymologies

---

(1) Sciagraphie de Bergman, *nouv. édit. franç., tome I, page* 126.

aussi étranges et aussi invraisemblables. Comment n'a-t-on pas aussi fait dériver de quelqu'endroit appelé *Glace*, le nom vulgaire d'*alun de glace*, sous lequel on a également désigné cette substance, à cause de sa blancheur, de son poli et de sa demi-transparence?

Cet alun *de glace* ou *de roche*, tel qu'il entre à présent dans le commerce, c'est-à-dire, tel que l'art le forme, se distingue en plusieurs sortes, dont les principales sont: 1° l'alun de Rome, 2° l'alun du Levant, 3° l'alun d'Angleterre, 4° l'alun de fabrique. Les trois premières sortes tirent leur dénomination du pays qui les fournit; la quatrième se prépare dans les fabriques où on la compose de toutes pièces par la combinaison de l'acide sulfurique et de la terre alumineuse. L'on doit des connoissances récentes et exactes sur ces variétés d'alun, à Chaptal, l'un de nos savans chymistes qui ne se bornent pas à une théorie avide, à des recherches stériles, et dont les opérations ont toujours un but d'utilité. Le précis du travail de ce physicien éclairé ne peut être déplacé dans un livre de la nature de celui-ci, qui, étant destiné à être dans les mains du plus grand nombre, doit contenir ce que

les sujets qui y sont traités présentent de plus généralement utile. C'est la marche que nous suivrons dans la rédaction de cet important ouvrage, et nous aurons soin d'y ajouter les principales propriétés des productions naturelles qui y seront décrites.

« L'alun de Rome est le plus estimé ; le prix en est assez constamment d'environ un tiers au dessus de celui du Levant et de celui d'Angleterre : il est en morceaux plus ou moins gros ; mais le volume des divers échantillons n'a guère qu'un pouce de diamètre. Quoique la forme ne soit pas également prononcée sur chaque fragment, il est toujours possible d'y reconnoître la figure octaëdre plus ou moins altérée. La surface de cet alun est farineuse, comme effleurie, à tel point que cette poussière lui ôte sa transparence.

» L'alun de fabrique, tel que je le prépare par le procédé que j'ai déjà publié, est presque tout en cristaux formés par des pyramides octaëdres, enchâssées les unes dans les autres ; les angles saillans de toutes les pyramides sont tronqués.

» L'alun d'Angleterre est en gros fragmens dont la forme est rarement régulière. La cassure présente un coup d'œil graisseux;

Ce n'est pas seulement de ces terres alumineuses et des pyrites que l'on retire l'alun ; les schistes alumineux sont aussi très-communs ; presque toutes les fabriques d'alun de Suède et d'Allemagne ne le retirent que de cette espèce de pierre, comme celles d'Andrarum en Scanie, de Moëckelby en Œlandie, de Kafwelasen, d'Imbo et Billingen en Westrogothie, celles de Tyssling en Néricie, celles de Wittern à Erfurt et de Gotha, etc. etc. (1) ». Les mines du pays de Liége, célèbres par leur ancienneté, leur étendue et leur richesse consistent en couches de schiste alumineux et pyriteux, situées sur les deux rives de la Meuse. Elles sont exploitées sur divers points, et la quantité d'alun qu'elles versent annuellement dans le commerce est de deux millions de livres environ (2). Il en est de même de la mine de la montagne sabloneuse du Hirschberg, près d'Almerode, en Hesse, laquelle est composée de schistes en couches qui se trouvent à la surface de la terre.

(1) Sciagraphie de Bergman, édit. de Delamétherie, tome I, page 126.

(1) Mémoire sur les mines d'alun du pays de Liége, par Baillet, inspecteur des mines. *Journal des Mines*, 1795, n° 10.

Plusieurs de ces schistes sont très-bitumineux et micacés ; il y en a même qui approchent de la nature de la houille : on y trouve quelquefois du bois silicifié (1).

Outre l'alun ordinaire et l'alun de plume, on a encore découvert dans les Andes, au Chili, une pierre aluminaire blanche, d'un grain extrêmement fin, et très-friable, nommée *palcura* par les habitans. Cette pierre ressemble extérieurement à la marne blanche, sans cependant contenir des parties calcaires ; c'est une vraie argille saturée d'acide vitriolique, analogue à la pierre alumineuse de la Tolfa. Les carrières dont on la tire sont dispersées dans les montagnes, dans un circuit de plusieurs milles. Il ne faut pas la confondre avec une autre qui lui ressemble en quelque façon, et qui vient des mêmes endroits. Celle-ci se distingue par sa couleur jaune ; et par la quantité de pyrites qu'elle contient, au lieu que la *palcura* est très-pure, et ne contient rien de métallique (2).

---

(1) Notice des mines de la Hesse, tirée de divers auteurs allemands. *Journ. des Mines*, 1797, *n°* 27.

(2) Histoire naturelle du Chili, par l'abbé Molina, *traduite par Grouvel ; Paris*, 1779, *page* 60.

qu'on peut regarder comme un vitriol à base terreuse, retient dans ses cristaux une quantité d'eau plus qu'égale à la moitié de son poids, et que cette eau n'est pas essentielle à sa substance saline, puisqu'il la perd aisément au feu, sans se décomposer; qu'il s'y boursoufle comme la terre limoneuse, et qu'en même tems qu'il se laisse dépouiller de son eau, il retient très-fixement l'acide vitriolique, et devient, après la calcination, presque aussi corrosif que cet acide même.

Maintenant, si nous examinons les autres matières avec lesquelles cet acide se trouve combiné, nous reconnoîtrons que l'alkali minéral ou marin, qui est le seul sel alkali naturel, et qui est universellement répandu, est aussi le seul avec lequel l'acide vitriolique se soit naturellement combiné sous la forme d'un sel cristallisé auquel on a donné le nom du chymiste *Glauber*. On trouve ce sel dans l'eau de la mer, et généralement dans toutes les eaux qui tiennent du sel gemme ou marin en dissolution; mais la Nature n'en a formé qu'une très-petite quantité en comparaison de celle du sel gemme ou marin qui diffère de ce sel de glauber,

glauber, en ce que ce n'est pas l'acide vitriolique, mais l'acide marin qui est uni avec l'alkali dans le sel marin, qui de tous les sels naturels est le plus abondant.

Lorsque l'on combine l'acide vitriolique avec l'alkali végétal, il en résulte un sel cristallisable, d'une saveur amère et salée, auquel on a donné plusieurs noms différens, et singulièrement celui de *tartre vitriolé* : ce sel qui est dur, et qui décrépite au feu, ne se dissout que difficilement dans l'eau, et ne se trouve pas cristallisé par la Nature, quoique tous les sels formés par l'acide vitriolique puissent se cristalliser.

L'acide vitriolique qui se combine dans les terres vitreuses, calcaires et métalliques, et se présente sous la forme d'alun, de sélénite et de vitriol, se trouve encore combiné dans le sel d'epsom avec la magnésie, qui est une terre particulière, différente de l'argille, et qui paroît aussi avoir quelques propriétés qui la distinguent de la terre calcaire : en la supposant mixte et composée des deux, elle approche beaucoup plus de la craie que de l'argille. Cette terre magnésie ne se trouve point en grandes masses comme les argilles, les craies, les plâtres, etc. ; néanmoins elle est mêlée dans plusieurs

matières vitreuses et calcaires; on l'a reconnue par l'analyse chymique dans les schistes bitumineux, dans les terres plâtreuses, dans les marnes, dans les pierres appelées *serpentines*, dans l'ampelite; et l'on a observé qu'elle forme à la surface et dans les interstices de ces matières, un sel amer fort abondant; l'acide vitriolique est combiné dans ce sel jusqu'à saturation; et lorsqu'on l'en retire en lui offrant un alkali, la magnésie qui lui servoit de base se présente sous la forme d'une terre blanche, légère, sans saveur, et presque sans ductilité lorsqu'on la mêle avec l'eau. Ces propriétés lui sont communes avec les terres calcaires imprégnées d'acide vitriolique, dont sans doute la magnésie retient encore quelques parties après avoir été précipitée de la dissolution de son sel; elle se rapproche encore plus de la nature de la terre calcaire, en ce qu'elle fait une grande effervescence avec tous les acides, et qu'elle fournit de même une très-grande quantité d'air fixe ou d'acide aérien, et qu'après avoir perdu cet air par la calcination, elle se dissout comme la chaux dans tous les acides : seulement cette magnésie calcinée n'a pas la causticité de la chaux, et ne se dissout pas de même lors-

qu'on la mêle avec l'eau; ce qui la rapproche de la nature du plâtre; cette différence de la chaux vive et de la magnésie calcinée, semble provenir de la plus grande puissance avec laquelle la chaux retient l'acide aérien que la calcination n'enlève qu'en partie à la terre calcaire, et qu'elle enlève en plus grande quantité à la magnésie; cette terre n'est donc au fond qu'une terre calcaire qui, d'abord imprégnée, comme le plâtre, d'acide vitriolique, se trouve encore plus abondamment fournie d'acide aérien, que la pierre calcaire ou le plâtre; et ce dernier acide est la seule cause de la différence des propriétés de la magnésie, et des qualités particulières de son sel : il se forme en grande quantité, à la surface des matières qui contiennent de la magnésie; l'eau des pluies ou des sources le dissout et l'emporte dans les eaux dont on le tire par l'évaporation; et ce sel formé de l'acide vitriolique à base de magnésie, a pris son nom de la fontaine d'Epsom en Angleterre, de l'eau de laquelle on le tire en grande quantité. M. Brownrigg assure avoir trouvé du sel d'epsom cristallisé dans les mines de charbon de White-Haven; il étoit en petites masses solides, transparentes, et en filamens blancs argentins, tantôt

et s'est pleinement saturé ; car il n'a plus aucune action sur le bitume qui n'a pas plus de saveur sensible que l'argille et le plâtre dans lesquels cet acide est de même pleinement saturé.

Si l'on expose à l'action de l'acide vitriolique les substances végétales et animales dans leur état naturel, « il agit à peu près comme le feu, s'il est bien concentré : il les dessèche, les crispe et les réduit presque à l'état charbonneux, et de là on peut juger qu'il en altère souvent les principes en même tems qu'il les sépare (1) ». Ceci prouve bien que cet acide n'est pas uniquement composé des principes aqueux et terreux, comme Stahl et ses disciples l'ont

---

plus solides ; le mélange acquiert avec le tems, une consistance et des propriétés qui le rapprochent sensiblement du bitume, quand l'huile est plus terreuse, et de la résine quand l'huile est plus légère et plus volatile... On n'a point examiné l'action de l'acide vitriolique sur les résines, les gommes et les sucs gommorésineux... Avec l'acide vitriolique et l'esprit de vin on produit l'éther. *Elémens de chymie, par M. de Morveau, tome III, pages* 121 *et* 122.

(1) Elémens de chymie, par M. de Morveau, tome III, page 123.

prétendu, mais qu'il contient aussi une grande quantité d'air actif et de feu réel. Je crois devoir insister ici sur ce que j'ai déjà dit à ce sujet, parce que le plus grand nombre des chymistes pensent que l'acide vitriolique est l'acide primitif, et que, pour le prouver, ils ont tâché d'y ramener ou d'en rapprocher tous les autres acides : or, leur grand maître en chymie a voulu établir sa théorie des sels sur deux idées, dont l'une est générale, l'autre particulière; la première, *que l'acide vitriolique est l'acide universel et le seul principe salin qu'il y ait dans la Nature, et que toutes les autres substances salines, acides ou alkalines, ne sont que des modifications de cet acide altéré, enveloppé, déguisé par des substances accessoires.* Nous n'avons pas adopté cette idée, qui néanmoins a le mérite de se rapprocher de la simplicité de la Nature. L'acide vitriolique sera, si l'on veut, le second acide; mais l'acide aérien est le premier, non seulement dans l'ordre de leur formation, mais encore parce qu'il est le plus pur et le plus simple de tous, n'étant composé que d'air et de feu, tandis que l'acide vitriolique et tous les autres acides sont mêlés de terre et d'eau : nous nous croyons donc fondés à regarder

l'acide aérien comme l'acide primitif, et nous pensons qu'il faut substituer cette idée à celle de ce grand chymiste, qui, le premier, a senti qu'on devoit ramener tous les acides à un seul acide primitif et universel ; mais sa seconde supposition, *que cet acide universel n'est composé que de terre et d'eau*, ne peut se soutenir, non seulement parce que les effets ne s'accordent point avec la cause supposée, mais encore parce que cette idée particulière et secondaire me paroît opposée, même contraire à toute théorie, puisqu'alors l'air et le feu, les deux principaux agens de la Nature, seroient exclus de toute substance essentiellement saline et réellement active, attendu que toutes ne contiendroient que ce même principe salin, uniquement composé de terre et d'eau.

Dans la réalité, l'acide est, après le feu, l'agent le plus actif de la Nature, et c'est par le feu et par l'air contenus dans sa substance, qu'il est actif, et qu'il le devient encore plus lorsqu'il est aidé de la chaleur, ou lorsqu'il se trouve combiné avec des substances qui contiennent elles-mêmes beaucoup d'air et de feu, comme dans le nitre ; il devient au contraire d'autant plus foible qu'il

est mêlé d'une plus grande quantité d'eau, comme dans les cristaux d'alun, la crême de tartre, les sels ou les sucs des plantes fermentées ou non fermentées, etc.

Les chymistes ont, avec raison, distingué les substances salines par elles-mêmes, des matières qui ne sont salines que par le mélange des principes salins avec d'autres substances : « Tous les acides et alkalis minéraux, végétaux et animaux, tant fixes que volatils, fluors ou concrets, doivent, dit M. Macquer, être regardés comme des substances salines par elles-mêmes; il y a même quelques autres substances qui n'ont point de propriétés acides ou alkalines décidées, mais qui ayant celles des sels en général, et pouvant communiquer les propriétés salines aux composés dans lesquels elles entrent, peuvent par cette raison être regardées comme des substances essentiellement salines; tels sont l'arsenic et le sel sédatif.... Toutes ces substances, quoiqu'essentiellement salines, diffèrent beaucoup entre elles, sur-tout par les dégrés de force et d'activité, et par leur attraction plus ou moins grande avec les matières dans lesquelles elles peuvent se combiner. Comparez, par exemple, la force de l'acide vitriolique avec

la foiblesse de l'acide du tartre... Les acides minéraux sont plus forts que les acides tirés des végétaux et des animaux; et parmi les acides minéraux, l'acide vitriolique est le plus fort, le plus inaltérable, et par conséquent le plus pur, le plus simple, le plus sensiblement et essentiellement sel... Parmi les autres substances salines, celles qui paroissent les plus actives, les plus simples, tels que les autres acides minéraux, nitreux et marins, sont en même tems celles dont les propriétés se rapprochent le plus de celles de l'acide vitriolique. On peut faire prendre à l'acide vitriolique plusieurs des propriétés caractéristiques de l'acide nitreux, en le combinant d'une certaine manière avec le principe inflammable, comme on le voit, par exemple, de l'acide sulfureux volatil; les acides huileux végétaux deviennent d'autant plus forts et plus semblables à l'acide vitriolique, qu'on les dépouille plus exactement de leurs principes huileux; et peut-être parviendroit-on à les réduire en acide vitriolique pur, en multipliant les opérations; et réciproquement l'acide vitriolique et le nitreux, affoiblis par l'eau, et traités avec une grande quantité de matières huileuses, et encore mieux, avec l'esprit

de vin, prennent des caractères d'acides végétaux... Les propriétés des alkalis fixes semblent, à la vérité, s'éloigner beaucoup de celles des acides en général, et par conséquent de l'acide vitriolique; cependant, comme il entre dans la composition des alkalis fixes une grande quantité de terre; qu'on peut séparer beaucoup de cette terre par des distillations et calcinations réitérées, et qu'à mesure qu'on dépouille ces substances salines de leur principe terreux, elles deviennent d'autant moins fixes, et d'autant plus déliquescentes, en un mot qu'elles se rapprochent d'autant plus de l'acide vitriolique à cet égard, il ne paroîtra pas hors de vraisemblance que *les alkalis ne puissent devoir leurs propriétés salines à un principe salin de la nature de l'acide vitriolique*, mais beaucoup déguisé par la quantité de terre, et vraisemblablement des principes inflammables auxquels il est joint dans ces combinaisons; et les alkalis volatils sont des matières salines essentiellement de même nature que l'alkali fixe, et qui ne doivent leur volatilité qu'à une différente proportion et combinaison de leurs principes prochains (1) ».

(1) Dictionnaire de chymie, article *sel*.

J'ai cru devoir rapporter tous ces faits, avoués par les chymistes, et tels qu'ils sont consignés dans les ouvrages d'un des plus savans et des plus circonspects d'entre eux, pour qu'on ne puisse plus douter de l'unité du principe salin : qu'on cesse de voir les acides nitreux et marins, et les acides végétaux et animaux comme essentiellement différens de l'acide vitriolique, et qu'enfin on s'habitue à ne pas regarder les alkalis comme des substances salinès d'une nature opposée, et même contraire à celle des acides ; c'étoit l'opinion dominante depuis plus d'un siècle, parce qu'on ne jugeoit de l'acide et de l'alkali qu'en les opposant l'un à l'autre, et qu'au lieu de chercher ce qu'ils ont de commun et de semblable, on ne s'attachoit qu'à la différence que présentent leurs effets, sans faire attention que ces mêmes effets dépendent moins de leurs propriétés salines, que de la qualité des substances accessoires dont ils sont mélangés, et dans lesquelles le principe salin ne peut se manifester sous la même forme, ni s'exercer avec la même force, et de la même manière que dans l'acide, où il n'est ni contraint ni masqué.

Et cette conversion des acides et des alkalis

qui, dans l'opinion de Stahl, peuvent tous se ramener à l'acide vitriolique, est supposée réciproque; en sorte que cet acide peut devenir lui-même un alkali ou un autre acide; mais tous, sous quelque forme qu'ils se présentent, proviennent originairement de l'acide aérien.

Reprenant donc le principe salin dans son essence et sous sa forme la plus pure, c'est-à-dire, sous celle de l'acide aérien, et le suivant dans ses combinaisons, nous trouverons qu'en se mêlant avec l'eau, il en a formé des liqueurs spiritueuses; toutes les eaux acidules et mousseuses, le vin, le cidre, la bière ne doivent leurs qualités qu'au mélange de cet acide aérien qu'ils contiennent sous la forme d'air fixe; nous verrons qu'étant ensuite absorbé par ces mêmes matières, il leur donne l'aigreur du vinaigre, du tartre, etc. et qu'étant entré dans la substance des végétaux et des animaux, il a formé l'acide animal et tous les alkalis par le travail de l'organisation. Cet acide primitif s'étant d'abord combiné avec la terre vitrifiée, a formé l'acide vitriolique, lequel a produit avec les substances métalliques, les vitriols de fer, de cuivre et de zinc; avec l'argille et la terre calcaire, l'alun

et la sélénite; le sel de glauber avec l'alkali minéral, et le sel d'epsom ou de sedlitz avec la magnésie.

Ce sont là les principales combinaisons sous lesquelles se présente l'acide vitriolique, car nulle part on ne le trouve dans son état de pureté et sous sa forme liquide, et cela par la raison qu'ayant une très-grande tendance à s'unir avec le feu libre, avec l'eau et avec la plupart des substances terreuses et métalliques, il s'en saisit partout, et ne demeure nulle part sous cette forme liquide, que nous lui connoissons lorsqu'il est séparé par notre art, de toutes les substances auxquelles il est naturellement uni. Cet acide bien déflegmé et concentré, pèse spécifiquement plus du double de l'eau, et par conséquent beaucoup plus que la terre commune; et comme sa fluidité diminue à mesure qu'on le concentre, on doit croire que, si l'on pouvoit l'amener à un état concret et solide, il auroit plus de densité que les pierres calcaires et les grès (1);

(1) En supposant que l'eau distillée pèse dix mille, le grès des tailleurs de pierre ne pèse que 20,855; ainsi l'acide vitriolique bien concentré, pesant plus du double de l'eau, pèse au moins autant que le grès.

mais comme il a une très-grande affinité avec l'eau, et que même il attire l'humidité de l'air, il n'est pas étonnant que ne pouvant être condensé que par une forte chaleur, il ne se trouve jamais sous une forme sèche et solide dans le sein de la terre.

Dans les eaux qui découlent des collines calcaires, et qui se rassemblent sur la glaise qui leur sert de base, l'acide vitriolique de la glaise se trouve combiné avec la terre calcaire; ces eaux contiennent donc de la sélénite en plus ou moins grande quantité, et c'est de là que vient la crudité de presque toutes les eaux de puits; la sélénite dont elles sont imprégnées leur donne une sorte de sécheresse dure qui les empêche de se mêler au savon, et de pénétrer les pois et autres graines que l'on veut faire cuire: si l'eau a filtré profondément dans l'épaisseur de la glaise, la saveur de l'acide vitriolique y devient plus sensible, et dans les lieux qui recèlent des feux souterrains, ces eaux deviennent sulfureuses par leur mélange avec l'acide sulfureux volatil, etc.

L'acide aérien et primitif en se combinant avec la terre calcaire, a produit l'acide marin qui est moins fixe et moins puissant que

le vitriolique, et auquel cet acide aérien a communiqué une partie de sa volatilité : nous exposerons les propriétés particulières de cet acide dans les articles suivans.

ACIDES DES VÉGÉTAUX
ET
DES ANIMAUX.

La formation des acides végétaux et animaux par l'acide aérien, est encore plus immédiate et plus directe que celle des acides minéraux, parce que cet acide primitif a pénétré tous les corps organisés, et qu'il y réside sous sa forme propre et en grande quantité.

Si l'on vouloit compter les acides végétaux par la différence de leur saveur, il y en auroit autant que de plantes et de fruits, dont le goût agréable ou répugnant est varié presque à l'infini ; ces végétaux plus ou moins fermentés présenteroient encore d'autres acides plus développés et plus actifs que les premiers, mais tous proviennent également de l'acide aérien.

Les acides végétaux que les chymistes ont le mieux examinés, sont ceux du vinaigre et du tartre, et ils n'ont fait que peu d'at-

tention aux acides des végétaux non fermentés. Tous les vins, et en particulier celui du raisin, se font par une première fermentation de la liqueur des fruits, et cette première fermentation leur ôte la saveur sucrée qu'ils ont naturellement ; ces liqueurs vineuses exposées à l'air, c'est-à-dire, à l'action de l'acide aérien, l'absorbent et s'aigrissent: l'acide primitif est donc également la cause de ces deux fermentations; il se dégage dans la première, et se laisse absorber dans la seconde. Le vinaigre n'est formé que par l'union de cet acide aérien avec le vin, et il conserve seulement une petite quantité d'huile inflammable ou d'esprit de vin qui le rend spiritueux; aussi s'évapore-t-il à l'air, et il n'en attire pas l'humidité comme les acides minéraux : d'ailleurs il est mêlé, comme le vin, de beaucoup d'eau ; et le moyen le plus sûr et le plus facile de concentrer le vinaigre, est de l'exposer à une forte gelée ; l'eau qu'il contient se glace, et ce qui reste est un vinaigre très-fort, dans lequel l'acide est concentré ; mais il faut s'attendre à ne tirer que cinq pour cent d'un vinaigre qu'on fait ainsi geler, et ce vinaigre concentré par la gelée, est plus sujet à s'altérer que l'autre, parce que le

froid qui lui a enlevé toute son eau, ne lui a rien fait perdre de son huile ; il faut donc l'en dégager par la distillation pour l'obtenir et le conserver dans son état de pureté et de plus grande force. Cependant la pureté de cet acide n'est jamais absolue ; quelque épuré qu'il soit, il retient toujours une certaine quantité d'huile éthérée qui ne peut que l'affoiblir ; il n'a aucune action directe sur les matières vitreuses, et cependant il agit comme l'acide aérien sur les substances calcaires et métalliques : il convertit le fer en rouille, le cuivre en verd-de-gris, etc. ; il dissout avec effervescence les terres calcaires, et forme avec elles un sel très-amer qui s'effleurit à l'air ; il agit de même sur les alkalis : c'est par son union avec l'alkali végétal, que se fait la terre foliée de tartre qui est employée en médecine comme un puissant apéritif. On distingue dans la saveur de cette terre le goût du vinaigre et celui de l'alkali fixe dont elle est chargée, et elle attire comme l'alkali, l'humidité de l'air : on peut aisément en dégager l'acide du vinaigre, en offrant à son alkali un acide plus puissant.

Le vinaigre dissout avec effervescence l'alkali fixe minéral et l'alkali volatil ; cet

acide forme avec le premier, un sel dont les cristaux et les qualités sont à peu près les mêmes que ceux de la terre foliée du tartre, et il produit avec l'alkali volatil, un sel ammoniacal qui attire puissamment l'humidité de l'air : enfin l'acide du vinaigre peut dissoudre toutes les substances animales et végétales. M. Gellert assure que cet acide, aidé d'une chaleur long-tems continuée, réduit en bouillie les bois les plus durs, ainsi que les cornes et les os des animaux.

Les substances qui sont susceptibles de fermentation contiennent du tartre tout formé, avant même d'avoir fermenté (1);

(1) M. de Wiegleb dit que l'acide oxalin ou sel essentiel de l'oseille, appartient naturellement aux sels tartareux, et forme un acide particulier uni à un alkali fixe, qui en est saturé avec excès : il se distingue des autres sels tartareux, tant par un goût acide supérieur que par la figure de ses cristaux ; et de plus, par les qualités toutes particulières des parties constituantes de l'acide qui lui est propre : on le prépare en grande quantité dans différentes contrées avec le suc de l'oseille, comme en Suisse, en Souabe, au Hartz et dans les forêts de Thuringe ; mais celui qui se fait en Suisse a l'avantage d'être

il se trouve en grande quantité dans tous les sucs du raisin et des autres fruits sucrés: ainsi, l'on doit regarder le tartre comme un produit immédiat de la végétation, qui ne souffre point d'altération par la fermentation, puisqu'il se présente sous sa même forme dans les résidus du vin et du vinaigre après la distillation.

Le tartre est donc un dépôt salin qui se sépare peu à peu des liqueurs vineuses, et prend une forme concrète et presque pierreuse, dans laquelle on distingue néanmoins quelques parties cristallisées : la saveur du tartre, quoiqu'acide, est encore sensiblement vineuse; les chymistes ont donné le nom de *créme de tartre* au sel cristallisé que

---

parfaitement blanc, en cristaux assez gros et très-beaux.

Par les expériences de M. Wiegleb sur le sel oxalin, il paroît que ce sel est exactement un pur acide végétal, et que cet acide a une très-grande affinité avec la terre calcaire. Le même auteur s'est convaincu que l'acide du sel d'oseille pouvoit décomposer le nitre et le sel marin; et que néanmoins cet acide n'est proprement, ni de l'acide nitreux, ni de l'acide marin, ni de l'acide vitriolique. *Extrait du Journal de Physique, supplément au mois de juillet* 1782.

l'on en tire, et ce sel n'est pas simple; il est combiné avec l'alkali végétal. L'acide contenud ans ce sel de tartre, se sépare de sa base par la seule action du feu; il s'élève en grande quantité, et sous sa forme propre d'acide aérien; et la matière qui reste après cette séparation, est une terre alkaline qui a les mêmes propriétés que l'alkali fixe végétal : la preuve évidente que l'acide aérien est le principe salin de l'acide du tartre, c'est qu'en essayant de le recueillir, il fait explosion et brise les vaisseaux.

Le sel de tartre n'attaque pas les matières vitreuses, et néanmoins il se combine et forme un sel avec la terre de l'alun; autre preuve que cette terre qui sert de base à l'alun, n'est pas une terre vitreuse pure, mais mélangée de parties alkalines, calcaires ou limoneuses; car l'acide du tartre agit avec une grande puissance sur les substances calcaires, et il s'unit avec effervescence à l'alkali fixe végétal; ils forment ensemble un sel auquel les chymistes ont donné le nom de *sel végétal;* il s'unit de même et fait effervescence avec l'alkali minéral, et ils donnent ensemble un autre sel connu sous le nom de *sel de seignette ;* ces deux sels sont au fond de la même essence, et ne

diffèrent pas plus l'un de l'autre que l'alkali végétal ne diffère de l'alkali minéral, qui, comme nous l'avons dit, sont essentiellement les mêmes. Nous ne suivrons pas plus loin les combinaisons de la crême de tartre, et nous observerons seulement qu'elle n'agit point du tout sur les huiles.

Au reste, le sel du tartre est l'un des moins solubles dans l'eau ; il faut qu'elle soit bouillante, et en quantité vingt fois plus grande que celle du sel, pour qu'elle puisse le dissoudre.

Les vins rouges donnent du tartre plus ou moins rouge, et les vins blancs du tartre grisâtre, et plus ou moins blanc ; leur saveur est à peu près la même et d'un goût aigrelet plutôt qu'acide.

Le sucre dont la saveur est si agréable, est néanmoins un sel essentiel que l'on peut tirer en plus ou moins grande quantité de plusieurs végétaux ; il est l'un des plus dissolubles dans l'eau, et lorsqu'on le fait cristalliser avec précaution, il donne de beaux cristaux ; c'est ce sucre purifié que nous appelons *sucre candi*. Le principe acide de ce sel est encore évidemment l'acide aérien ; car le sucre étant dissous dans l'eau pure, fermente, et cet acide s'en dégage en

partie par une évaporation spiritueuse; le reste demeure fortement uni avec l'huile et la terre mucilagineuse, qui donnent à ce sel sa saveur douce et agréable. M. Bergman a obtenu un acide très-puissant en combinant le sucre avec une grande quantité d'acide nitreux; mais cet acide composé ne doit point être regardé comme l'acide principe du sucre, puisqu'il est formé par le moyen d'un autre acide qui en est très-différent; et quoique les propriétés de l'acide nitreux et de cet acide saccharin ne soient pas les mêmes, on ne doit pas en conclure avec ce savant chymiste, que ce même acide saccharin n'ait rien emprunté de l'acide nitreux qu'on est obligé d'employer pour le former.

Les propriétés les mieux constatées et les plus évidentes des acides animaux, sont les mêmes que celles des végétaux, et démontrent suffisamment que le principe salin est le même dans les uns et les autres; c'est également l'acide aérien différemment modifié par la végétation ou par l'organisation animale, d'autant que l'on retire cet acide de plusieurs plantes aussi bien que des animaux. Les fourmis et la moutarde fournissent le même acide et en grande quantité; cet acide

est certainement aérien, car il est très-volatil ; et si l'on met en distillation une masse de fourmis fraîches et qui n'aura pas eu le tems de fermenter, une grande partie de l'acide animal s'en dégage et se volatilise sous sa propre forme d'air fixe ou d'acide aérien ; et cet acide recueilli et séparé de l'eau avec laquelle il a passé dans la distillation, a les mêmes propriétés à peu près que l'acide du vinaigre : il se combine de même avec les alkalis fixes, et forme des sels qui, par l'odeur urineuse, décèlent leur origine animale.

Les chymistes récens ont donné le nom d'*acide phosphorique* à l'acide qu'ils ont tiré, non seulement de l'urine et des excrémens, mais même des os et des autres parties solides des animaux ; mais il en est à peu près de cet acide phosphorique des os, comme de l'acide du sucre, parce qu'on ne peut obtenir le premier que par le moyen de l'acide vitriolique ; et le second, par celui de l'acide nitreux ; ce qui produit des acides composés, qui ne sont plus les vrais acides du sucre et des os ; lesquels, considérés en eux-mêmes et dans leur simplicité, se réduiront également à la forme d'acide aérien ;

et s'il est vrai, comme le dit M. Proust (1), qu'on ait trouvé de l'acide phosphorique dans des mines de plomb blanches, on ne pourra guère douter qu'il ne puisse tirer en partie son origine de l'acide vitriolique.

Un de nos habiles chymistes (2) s'est

---

(1) Journal de Physique, février 1781, pages 145 et suivantes.

(2) M. Brongniard, démonstrateur en chymie aux écoles du Jardin du roi. Il a fait sur ce sujet un grand nombre d'expériences par lesquelles il a reconnu que l'acide phosphorique est produit par une modification de l'acide aérien, qui s'en dégage en quantité considérable, dans la décomposition de l'acide phosphorique, et même dans sa concentration: si on fait brûler du phosphore en vaisseaux clos, on obtient une très-grande quantité d'air fixe ou acide aérien, et en même tems l'acide phosphorique coule le long des parois des récipiens; ce même acide soumis ensuite à l'action du feu dans une cornue de verre, donne des vapeurs abondantes et presque incoërcibles; si au lieu de faire brûler ainsi le phosphore, on l'expose seulement à l'action de l'air dans une atmosphère tempérée et humide, le phosphore se décompose en brûlant presque insensiblement; il donne une flamme très-légère, et laisse échapper une très-grande quantité d'air fixe. On peut s'en convaincre en imbibant un linge d'une solution alkaline caustique; au bout d'un certain laps de tems,

attaché à prouver par plusieurs expériences, contre les assertions d'un autre habile chymiste, que l'acide phosphorique est tout formé dans les animaux, et qu'il n'est point le produit du feu ou de la fermentation (1); cela se peut, et je serois même très-porté à le croire, pourvu que l'on convienne que cet acide phosphorique, tout formé dans les animaux ou dans les excrémens, n'est pas absolument le même que celui qu'on en tire en employant l'acide vitriolique, dont la combinaison ne peut que l'altérer et l'éloigner d'autant plus de sa forme originelle d'acide aérien, que le travail de l'organisation suffit pour le convertir en acide phosphorique, tel qu'on le retire de l'urine, sans le secours de l'acide vitriolique, ni d'aucun autre acide.

---

l'alkali est saturé d'acide aérien et cristallisé très-parfaitement : ces expériences prouvent d'une manière convaincante, que l'acide phosphorique est le résultat d'une modification particulière de l'acide aérien, qui ne peut avoir lieu qu'au moyen de la végétation et de l'animalisation.

(1) Journal de Physique, mars 1781, pages 234 et suivantes.

ALKALIS

ET

LEURS COMBINAISONS.

De la même manière qu'on doit réduire tous les acides au seul acide aérien, on peut aussi lui ramener les alkalis, en les réduisant tous à l'alkali minéral ou marin ; c'est même le seul sel que la Nature nous présente dans un état libre et non neutralisé. On connoît cet alkali sous le nom de *natron* (1); il se forme contre les murs des édifices, ou sur la terre et les eaux dans les climats chauds; on m'en a envoyé de Suez, des morceaux

(1) En hébreu, *nether.* En arabe, *natroum.* En grec, *nitron.* En latin, *nitrum.* En russe, *alcalitscheskaya sole.*—*Alcali orientale, impurum, terrestre. Natron. Nitrum veterum.* Wall. — *Natrum nudum, terrestre.* Lin. —*Alkali fixe minéral.* Bergman, *Sciagr.* — Natron. *Carbonate de soude.* Daubenton, *Tableau méthodique des minéraux.* SONNINI.

assez gros et assez purs (1), cependant il est ordinairement mêlé de terre calcaire (2):

(1) Ce n'est point de Suez que j'ai envoyé à Buffon ces morceaux de natron, car c'est de moi qu'il les tenoit; je les lui avois expédiés de Rossette, et ils avoient été tirés des lacs qui se trouvent dans le désert de Nitrie ou de Saint-Macaire. J'avois, en même tems, adressé une assez grande quantité de natron au ministre Bertin, afin qu'il pût en faire tenter des essais utiles aux arts; mais j'ignore si ces essais ont eu lieu. SONNINI.

(2) Le natron qui nous vient d'Egypte se tire de deux lacs, l'un voisin du Caire, et l'autre à quelque distance d'Alexandrie (*); ces lacs sont secs pendant neuf mois de l'année, et se remplissent en hiver d'une eau qui découle des éminences voisines; cette eau saline n'est pas limpide, mais trouble et rougeâtre; les premières chaleurs du printems la font évaporer, et le natron se forme sur le sol du lac d'où on le tire en morceaux solides et grisâtres, qui deviennent plus blancs en les exposant à l'air pour les laisser s'égouter: on a donné le nom de *sel*

(*) Ces renseignemens sur la position des lacs de natron, manquent absolument d'exactitude, de même que quelques-uns de ceux qui suivent. Ils ont été, suivant toute apparence, fournis à Buffon par gens qui, ayant passé quelques instans en Egypte, se croyoient assez de connoissances pour parler de toutes les productions de ce pays célèbre. Je donnerai à la suite de cet article la véritable histoire de l'alkali minéral de l'Egypte, sur lequel on a écrit et copié plus d'une erreur. SONNINI.

ce sel auquel on a donné le nom d'*alkali minéral*, pourroit, comme le nitre, être placé dans le règne végétal, puisqu'il est de la même nature que l'alkali qu'on tire de plusieurs plantes qui croissent dans les terres voisines de la mer; et que d'ailleurs il paroît se former par le concours de l'acide aérien, et à peu près comme le salpêtre; mais celui-ci ne se présente nulle part en masse ni même en morceaux solides; au lieu que le natron, soit qu'il se forme sur la terre ou sur l'eau, devient compact et même assez solide (1).

---

mural au natron qui se forme contre les vieux murs; il est ordinairement mêlé d'une grande quantité de substance calcaire, et dans cet état il est neutralisé.

(1) Granger, dans son voyage en Egypte, parle de plaines sabloneuses et d'un lac où se forme le natron: « Le sel du lac, dit-il, étoit congelé sur la surface des eaux, et assez épais pour y passer avec nos chameaux....... Le lac s'emplit des eaux des pluies, qui commencent en décembre et finissent en février: ces eaux y déposent les sels dont elles se sont chargées sur les montagnes et dans les plaines sabloneuses; après quoi elles se filtrent à travers une terre grasse et argilleuse, et vont par des canaux souterrains aboutir à plusieurs puits dont l'eau est

Les anciens ont parlé du natron sous le nom de *nitre*; sur quoi le P. Hardouin se trompe, lorsqu'il dit (1), que le *nitrum* de Pline est *exactement la même chose que notre salpêtre :* car il est clair que Pline, sous le nom de *nitre*, parle du natron, qui se forme,

---

bonne à boire. On voit aux environs de ce lac des bœufs sauvages, des gazelles, etc.

» Outre le natron qu'on tire du fond de ce lac, en morceaux de douze et quinze livres, avec une barre de fer, on y trouve de cinq autres espèces de sel ; tous ces sels sont bientôt remplacés par de nouveaux sels que les pluies y apportent : on jette dans les creux d'où on le tire, des plantes sèches, des os, des guenilles ; ce qui a donné lieu de croire à plusieurs personnes que ces sortes de choses étoient changées en sel par la vertu des eaux du lac, mais cela n'est pas vrai.

Le natron appartient au grand seigneur; le pacha du Caire le donne à ferme, et c'est ordinairement le plus puissant des beys qui le prend, et qui en donne quinze mille quintaux au grand seigneur; il n'y a que les habitans de la dépendance de Terranée, qui soient employés à pêcher et à transporter le natron, qui est gardé par dix soldats et vingt arabes affidés ». *Voyages en Egypte. Paris*, 1745, *pages* 167 *et suivantes.*

(1) Quarante-sixième section, chapitre X du trente-unième livre.

dit-il, dans l'eau de certains lacs d'Égypte, vers Memphis et Naucratis, et qui a la propriété, qu'il lui attribue, de conserver les corps; à sa causticité, augmentée par la falsification qu'en faisoient dès-lors les égyptiens en y mêlant de la chaux (1), on le reconnoît évidemment pour l'alkali minéral ou natron, bien différent du vrai nitre ou salpêtre.

On emploie le natron dans le Levant aux mêmes usages que nous employons la soude; et ces deux alkalis sont en effet de même nature. Nous tirions autrefois du natron d'Alexandrie, où s'en fait le commerce (2); et si ce sel alkalin étoit moins

---

(1) *Voyez* Pline à l'endroit cité.

(2) A deux journées du Caire est le lac de natron: les vaisseaux du Havre et des Sables-d'Olonne, en viennent charger à Alexandrie pour Rouen, parce qu'on s'en sert en Normandie pour blanchir les toiles; ce qui les brûle. Les égyptiens s'en servent au lieu de levain; c'est pourquoi ils ont tous les bourses grosses sans être incommodés; l'âcreté, ou plutôt la qualité mordante de cette pierre est si grande, que si l'on en met dans un pot où il y ait de la viande, elle la fait cuire et la rend tendre; si l'on jette dans ce lac un animal mort, et même un arbre, il devient natron et se pétrifie;

cher

cher que le sel de soude, auquel il peut suppléer, et que nous tirons aussi de l'étranger, il ne faudroit pas abandonner ce commerce qui paroît languir.

---

ce qui a été très-bien décrit par Ovide, et peu entendu de ceux qui n'ont point vu ces merveilles de la Nature, lorsqu'il a dit que quelques corps ont été changés en pierres par les dieux qui en ont eu compassion. *Voyage de la Boullaye le Gouz ; Paris*, 1657, *page* 383.... « Le lac du natron, éloigné de dix lieues du monastère Dir Syadet, ou de Notre-Dame, paroît comme un grand étang glacé, sur la glace duquel il seroit tombé un peu de neige...... Ce lac est divisé en deux : le plus septentrional se fait par une eau qui sourdit de dessous terre, sans qu'on remarque le lieu ; et le méridional se fait par une grosse source qui bouillonne ; il y a bien de l'eau de la hauteur du genou qui sort de la terre, et qui aussitôt se congèle.... Et généralement le natron se fait et parfait en un an, par cette eau qui est rougeâtre ; au dessus il y a un sel rouge de l'épaisseur de six doigts, puis un natron noir dont on se sert pour la lessive ; et enfin est le natron, qui est presque comme le premier sel, mais plus solide ; au dessus il y a une fontaine douce.... De ce lac on va à un autre lac, où se voit, vers le tems de la Pentecôte, du sel qui se forme en pyramides, et qu'on appelle pour cela *sel pyramidal* ». *Voyage de Thévenot ; Paris*, 1664, *tome I*, *pages* 487 *et suivantes*.

La plupart des propriétés de cet alkali minéral, sont les mêmes que celles de l'alkali fixe végétal, et ils ne diffèrent entre eux que par quelques effets (1), qu'on peut attribuer

---

(1) L'alkali fixe minéral qu'on suppose ici dans son plus grand dégré de pureté, diffère de l'alkali fixe végétal; 1° en ce qu'il attire moins l'humidité de l'air, et qu'il ne se résout point en liqueur comme le fait l'alkali fixe végétal;

2°. Lorsqu'il est dissous dans l'eau; si l'on traite cette dissolution par évaporation et refroidissement, l'alkali minéral se coagule en cristaux, précisément comme le font les sels neutres; en quoi il diffère du sel alkali fixe ordinaire ou végétal, qui, lorsqu'il est bien calciné, est très-déliquescent, et ne se cristallise que lorsqu'il est uni avec beaucoup de gaz méphitique;

3°. L'alkali fixe minéral, dissous par la fusion, convertit en verre toutes les terres comme l'alkali végétal; mais on a observé que, toutes choses égales d'ailleurs, il vitrifie mieux, et qu'il forme des verres plus solides et plus durables......

4°. Avec l'acide vitriolique, l'alkali minéral forme un sel neutre cristallisé, nommé *sel de glauber ;* mais ce sel diffère beaucoup du tartre vitriolé, par la figure de ses cristaux, qui sont d'ailleurs beaucoup plus gros; par la quantité d'eau beaucoup plus grande qu'il retient dans sa cristallisation; par sa dissolubilité dans l'eau qui est beaucoup plus considérable; enfin par le peu d'adhérence qu'il a avec l'eau de sa

à l'union plus intime de la base terreuse dans l'alkali minéral que dans l'alkali végé-

---

cristallisation : cette propriété est telle, que le sel de glauber exposé à l'air, y perd l'eau de sa cristallisation, ainsi que sa transparence et sa forme, et s'y change en une poussière blanche comme l'alkali minéral. Comme l'acide est le même dans le tartre vitriolé et dans le sel de glauber, il est clair que les différences qui se trouvent entre ces deux sels, ne peuvent venir que de la nature de leurs bases alkalines : toutes les propriétés qui distinguent le sel de glauber du tartre vitriolé, doivent donc être regardées comme des différences entre l'alkali végétal et le minéral ; il en est de même de toutes les combinaisons de ce dernier acide avec les autres acides.

5°. Avec l'acide nitreux, l'alkali minéral forme une espèce particulière de nitre, susceptible de détonation et de cristallisation ; mais il diffère du nitre ordinaire ou à base d'alkali végétal, par la figure de ses cristaux, qui au lieu d'être en longues aiguilles, sont formés en solides à six faces rhomboïdales, c'est-à-dire, dont deux angles sont aigus et deux obtus ; cette figure qui approche de la cubique, a fait donner à ce sel le nom de *nitre cubique* ou de *nitre quadrangulaire* ; elle est due à l'alkali marin.

6°. Avec l'acide marin, l'alkali minéral forme le sel commun, qui se cristallise en cubes parfaits, et qui diffère du sel neutre formé par le même acide uni à l'alkali végétal, singulièrement par sa saveur qui est infiniment plus agréable. *Dictionnaire de chymie, par M. Macquer, article* alkali minéral.

tal ; mais tous deux sont essentiellement de la même nature.

C'est de la cendre des plantes qui contiennent du sel marin, que l'on obtient l'alkali fixe végétal en grande quantité ; et quoique tiré des végétaux, il est le même que l'alkali minéral ou marin ; la différence de leurs effets n'est bien sensible que sur les acides végétaux et sur les huiles, dont ils font des sels de différentes sortes, et des savons plus ou moins fermes.

On obtient donc, par la combustion et l'incinération des plantes qui croissent près de la mer, et qui par conséquent sont imprégnées de sel marin ; on obtient, dis-je, en grande quantité l'alkali minéral ou marin, qui porte le nom de *soude*, et qu'on emploie dans plusieurs arts et métiers.

On distingue dans le commerce deux sortes de soudes ; la première qui provient de la combustion des alkalis et autres plantes terrestres qui croissent dans les climats chauds et dans les terres voisines de la mer ; la seconde qu'on se procure de même par la combustion et la réduction en cendres des *fucus*, des *algues* et des autres plantes qui croissent dans la mer même ; et néanmoins la première soude contient beaucoup

plus d'alkali marin que la seconde, et ce sel alkali est, comme nous l'avons dit, le même que le natron : ainsi, la Nature sait former ce sel encore mieux que l'art; car nos soudes ne sont jamais pures; elles sont toujours mêlées de plusieurs autres sels, et sur-tout de sel marin; souvent elles contiennent aussi des parties ferrugineuses et des autres matières terreuses qui ne sont point salines.

C'est par son alkali fixe que la soude produit tous ses effets; ce sel sert de fondant dans les verreries, et dé détergent dans les blanchisseries; avec les huiles il forme les savons, etc. Au reste, on peut employer la soude telle qu'elle est, sans en tirer le sel, si l'on ne veut faire que du verre commun; mais il la faut épurer pour faire des verres blancs et des glaces. Le sel marin, dont l'alkali de la soude est presque toujours mêlé, ne nuit point à la vitrification, parce qu'il est très-fusible, et qu'il ne peut que faciliter la fusion des sables vitreux, et entraîner les impuretés dont ils peuvent être souillés; le *fiel du verre* qui s'élève au dessus du verre fondu, n'est qu'un mélange de ces impuretés et des sels.

L'alkali fixe végétal ou minéral doit

également sa formation au travail de la Nature dans la végétation, car on le peut tirer également de tous les végétaux dans lesquels il est seulement en plus ou moins grande quantité. Ce sel végétal, lorsqu'il est pur, se présente sous la forme d'une poudre blanche, mais non cristallisée ; sa saveur est si violente et si caustique, qu'il brûleroit et cautériseroit la langue si on le goûtoit sans le délayer auparavant dans une grande quantité d'eau ; il attire l'humidité de l'air en si grande abondance qu'il se résout en eau : cet alkali, qu'on appelle *fixe*, ne l'est néanmoins qu'à un feu très-modéré, car il se volatilise à un feu violent ; et cela prouve assez que la chaleur peut le convertir en alkali volatil, et que tous deux sont au fond de la même essence. L'alkali fixe a plus de puissance que les autres sels pour vitrifier les substances terreuses ou métalliques ; il les fait fondre et les convertit presque toutes en verre solide et transparent.

Les cendres de nos foyers contiennent de l'alkali fixe végétal, et c'est par ce sel qu'elles nettoyent et détergent le linge par la lessive ; cet alkali que fournissent les cendres des végétaux est fort impur, cependant on en fait beaucoup dans les pays où

le bois est abondant; on le connoît dans les arts sous le nom de *potasse*, et quoiqu'impur il est d'un grand usage dans les verreries, dans la teinture et dans la fabrication du salpêtre.

C'est sans fondement qu'un de nos chymistes a prétendu que le tartre ne contient point d'alkali (1); cette opinion a été bien réfutée par M. Bernard; l'alkali fixe se trouve tout formé dans les végétaux, et le tartre qui n'est qu'un de leurs résidus, ne peut manquer d'en contenir; et d'ailleurs la lie de vin brûlée et réduite en cendres, fournit une grande quantité d'alkali aussi bon, et même plus pur que celui de la soude.

C'est par la combinaison de l'acide marin avec l'alkali minéral, que s'est formé le sel marin ou sel commun dont nous faisons un si grand usage; il se trouve non seulement dissous dans l'eau de toutes les mers et de plusieurs fontaines, mais il se présente encore en masses solides, et en très-grands amas dans le sein de la terre; et quoique l'acide de ce sel, c'est-à-dire, l'acide marin, provienne originairement de l'acide aérien,

(1) Voyez le journal de physique, mars 1781; Mémoire sur l'alkali fixe.

comme tous les autres acides, il a des propriétés particulières qui l'en distinguent; il est plus foible que les acides vitrioliques et nitreux, et on l'a regardé comme le troisième dans l'ordre des acides minéraux; cette distinction est fondée sur la différence de leurs effets; l'acide marin est moins puissant, moins actif que les deux premiers, parce qu'il contient moins d'air et de feu, et d'ailleurs, il acquiert des propriétés particulières par son union avec l'alkali; et s'il étoit possible de le dépouiller et de le séparer en entier de cette base alkaline, peut-être reprendroit-il les qualités de l'acide vitriolique ou de l'acide aérien, qui, comme nous l'avons dit, est l'acide primitif dont la forme ne varie que par les différentes combinaisons qu'il subit, ou qu'il a subies en s'unissant à d'autres substances.

L'acide marin diffère de l'acide vitriolique en ce qu'il est plus léger, plus volatil, qu'il a de l'odeur, de la couleur, et qu'il produit des vapeurs; toutes ces qualités semblent indiquer qu'il contient une bonne quantité d'acide aérien provenant du détriment des corps organisés; il diffère de l'acide nitreux par sa couleur, qui est d'un jaune mêlé de rouge, par ses vapeurs qui sont blanches,

par son odeur qui tire sur celle du safran, et parce qu'il a moins d'affinité avec les terres absorbantes et les sels alkalis ; enfin cet acide marin n'est pas susceptible d'un aussi grand dégré de concentration que les acides vitrioliques et nitreux, à cause de sa volatilité, qui est beaucoup plus grande (1).

Au reste, comme l'alkali minéral ou marin, et l'alkali fixe végétal sont de la même nature, et qu'ils sont presque universellement répandus, on ne peut guère douter que l'alkali ne se soit formé dès les premiers tems, après la naissance des végétaux, par la combinaison de l'acide primitif aérien avec les détrimens des substances animales et végétales : il en est de même de l'acide marin, qui se trouve combiné dans des matières de toute espèce ; car indépendamment du sel commun dont il fait l'essence avec l'alkali minéral, il se combine aussi avec les alkalis végétaux et animaux fixes ou volatils, et il se trouve dans les substances calcaires, dans les matières nitreuses, et même dans quelques substances métalliques, comme dans la mine d'argent cornée ;

---

(1) Dictionnaire de chymie, par M. Macquer, article *acide marin.*

enfin il forme le sel ammoniac, lorsqu'il s'unit avec l'alkali volatil par sublimation dans le feu des volcans.

L'alkali minéral et l'alkali végétal, qui sont au fond les mêmes, sont aussi tous deux fixes; le premier se trouve presque pur dans le natron, et le second se tire plus abondamment des cendres du tartre que de toute autre matière végétale; on leur donne la dénomination d'*alkalis caustiques*, lorsqu'ils prennent en effet une plus grande causticité par l'addition de l'acide aérien contenu dans les chaux terreuses ou métalliques; par cette union, ces alkalis commencent à se rapprocher de la nature de l'acide : l'alkali volatil appartient plus aux animaux qu'aux végétaux, et lorsqu'il est de même imprégné de l'acide aérien, il ne peut plus se cristalliser, ni même prendre une forme solide, et dans cet état on l'a nommé *alkali fluor*.

L'acide phosphorique paroît être l'acide le plus actif qu'on puisse tirer des animaux; si l'on combine cet acide des animaux avec l'alkali volatil, qui est aussi leur alkali le plus exalté, il en résulte un sel auquel les chymistes récens ont donné le nom de sel *microcosmique*, et dont M. Bergman a cru devoir

faire usage dans presque toutes ses analyses chymiques : ce sel est en même tems ammoniacal et phosphorique ; et lorsque l'acide du phosphore se trouve combiné avec une substance calcaire, comme dans les os des animaux, il semble que les propriétés salines disparoissent ; car ce sel phosphorique à base calcaire n'a plus aucune saveur sensible : la substance calcaire des os fait sur l'acide phosphorique le même effet que la craie sur l'acide vitriolique ; cet acide animal, et l'acide végétal acéteux ou tartareux, contiennent sensiblement beaucoup de cet air fixe ou acide aérien, duquel ils tirent leur origine.

Addition à l'article des ALKALIS, *par* SONNINI.

C'EST faute d'avoir examiné avec quelqu'attention les écrits des anciens, que des modernes ont confondu le nitre ou le salpêtre, avec l'alkali minéral ou le natron, substances néanmoins d'une nature toute opposée. Il est hors de doute que le sel, appelé anciennement *nitre*, ne soit autre chose que le natron que l'on employoit principalement à la fabrication du verre (1). Tous les passages des naturalistes de l'antiquité, ceux même des *livres saints* (2) dans lesquels il est fait mention du *nitre*, doivent évidemment s'entendre du natron. Cet alkali formé par la Nature étoit très-connu chez les anciens ; il sert encore à différens usages chez

(1) Plin. *Hist. nat. lib.* 36, *cap.* 26.

(2) *Acetum in nitro, qui cantat carmina cordi pessimo.* Proverb. cap. 24, v. 20.—*Si laveris te nitro, et multiplicaveris tibi herbam borith, etc.* Jerem. cap. 2, v. 22.

plusieurs peuples de l'Orient ; son commerce s'étendoit même dans quelques parties de notre occident : à Venise, on mêle encore le natron avec le grès pour faire les belles glaces soufflées de *Murano ;* l'on dit qu'autrefois l'on en apportoit aussi en France où il étoit employé dans les manufactures et au blanchiment des toiles ; mais l'on n'y en voit plus depuis long-tems dans le commerce. Cependant il possède à un plus haut dégré d'activité les mêmes propriétés que l'alkali végétal, ou la soude ; et nos arts obtiendroient sans doute de grands avantages, si le natron que la Nature produit abondamment en Egypte, redevenoit une branche de commerce aussi active qu'elle est facile.

Deux grands lacs, couvrant un espace de plusieurs lieues, et situés dans le désert que les anciens appeloient *désert de Nitrie*, au milieu des sables brûlans de la Lybie, fournissent le natron en grande quantité. C'est au mois d'août que les égyptiens l'y vont charger ; ils le détachent avec des crochets de fer, et ils le transportent à dos de chameau, à travers le désert jusqu'à *Terrana*, où on l'embarque sur le Nil pour être conduit au Caire, ou dans les magasins de Rossette.

Dans la saison des pluies, les deux lacs n'en font plus qu'un, plus long que large, et d'une grande étendue. Quand leurs eaux se retirent, le terrain qu'elles avoient inondé et qu'elles laissent à découvert, est chargé d'un sédiment cristallisé et durci par le soleil; c'est le natron. L'épaisseur de la couche de ce sel varie en raison du séjour plus ou moins long des eaux sur le terrain; dans les endroits qu'elles ont seulement mouillés, pendant un tems fort court, le natron se présente en une légère efflorescence, semblable à des flocons de neige. A certaines époques, la même substance cristallisée couvre aussi la surface des eaux, qui sont claires, limpides et singulièrement diurétiques.

Lorsque j'étois en Egypte, en 1777 et 1778, l'extraction annuelle du natron se portoit à près de vingt-cinq mille quintaux, et l'on auroit pu en tirer beaucoup davantage; il se vendoit, pour l'ordinaire, de quinze à dix-huit médins, c'est-à-dire, de 22 à 28 sols le quintal, rendu au Caire et à Rossette. L'exploitation étoit affermée, et d'un assez grand produit pour ceux qui en étoient chargés, de même que pour le trésor public.

Il est rare que ce natron d'Egypte soit pur. Outre les substances terreuses dont il est presque toujours mélangé, il n'est point un alkali entièrement libre ; il est ordinairement uni à du sel marin , à du sel de glauber, et à quelque peu de tartre vitriolique. Dans les magasins du pays, on le sépare en deux sortes ; la commune, et la *sultanié*, dénomination qui répond au mot *royal*, par lequel on distinguoit en France quelques denrées d'une qualité supérieure. Le natron de *sultan* est plus blanc, mieux cristallisé et plus pur que le commun ; il est aussi, par conséquent, plus fort, et on doit l'employer en moindre quantité.

Dans les contrées où il se forme, le natron sert au blanchiment du fil et des toiles (1). On l'emploie aussi dans les teintures, à la préparation des cuirs, à faire le verre et le savon, à blanchir le linge, dans la pâte en guise de levain, dans l'étamage du cuivre, pour conserver les viandes et les

---

(1) J'ai donné la manière dont on emploie le natron dans les blanchisseries d'Egypte, de même que d'autres détails sur sa nature et sur les lacs qui le fournissent, dans mon *Voyage de la haute et basse Egypte. Paris, Buisson, vol.* 1 *et* 2.

rendre tendres, enfin pour mêler avec le tabac en poudre, et lui donner plus de montant. Quant à ce dernier usage, je ne présume pas que l'on soit tenté de l'imiter. Il n'en est pas moins général en Egypte dont les habitans ne se soucient pas de notre tabac sans mélange, parce qu'il ne fait pas plus d'impression sur leur organe accoutumé au piquant, à l'âcreté du natron, que n'en feroit de la poussière. Mais, l'on voit par cette énumération abrégée des propriétés du natron, qu'il seroit une acquisition importante pour notre commerce et nos manufactures.

SEL MARIN ET SEL GEMME.

L'EAU de la mer contient une grande quantité d'acide et d'alkali, puisque le sel qu'on en retire en la faisant évaporer, est composé des deux; elle est aussi imprégnée de bitume, et c'est ce qui fait qu'elle est en même tems saline et amère; or, le bitume est composé d'acide et d'huile, et d'ailleurs la décomposition de tous les corps organisés dont la mer est peuplée, produit une immense quantité d'huile : l'eau marine contient donc non seulement les acides et les alkalis, mais encore les huiles et toutes les matières qui peuvent provenir de la décomposition des corps, à l'exception de celles que ces substances prennent par la putréfaction à l'air libre; encore se forme-t-il à la surface de la mer, par l'action de l'acide aérien, des matières assez semblables à celles qui sont produites sur la terre par la décomposition des animaux et des végétaux.

La formation du sel marin n'a pu s'opérer qu'après la production de l'acide et de l'alkali,

puisqu'ils en sont les substances constituantes ; l'acide aérien a été formé dès les premiers tems, après l'établissement de l'atmosphère, par le simple mélange de l'air et du feu ; mais l'alkali n'a été produit que dans un tems subséquent par la décomposition des corps organisés. L'eau de la mer n'étoit d'abord que simplement acide, ou même acidule ; elle est devenue plus acide et salée par l'union de l'acide primitif avec les alkalis et les autres acides ; ensuite elle a pris de l'amertume par le mélange du bitume, et enfin elle s'est chargée de graisse et d'huile par la décomposition des corps de tous les cétacées, poissons et amphibies, dont la substance est, comme l'on sait, plus huileuse que celle des animaux terrestres.

Et cette salure, cette amertume et cette huile de l'eau de la mer n'ont pu qu'augmenter avec le tems, parce que tous les fleuves qui arrivent à ce grand réceptacle des eaux, sont eux-mêmes chargés de parties salines, bitumineuses et huileuses que la terre leur fournit; et que toutes ces matières étant plus fixes et moins volatiles que l'eau, l'évaporation ne les enlève pas ; leur quantité ne peut donc qu'augmenter, tandis que celle de l'eau reste toujours la même, puisque

les eaux courantes sur la terre ramènent à la mer tout ce que les vapeurs poussées par les vents lui enlèvent.

On doit encore ajouter à ces causes de l'augmentation de la salure des mers, la quantité considérable de sel que les eaux qui filtrent dans l'intérieur de la terre dissolvent et détachent des masses purement salines, qui se trouvent en plusieurs lieux, et jusqu'à d'assez grandes profondeurs. On a donné le nom de *sel gemme* à ce sel fossile : il est absolument de la même nature que celui qui se tire de l'eau de la mer par l'évaporation ; il se trouve sous une forme solide, concrète et cristallisée en amas immenses, dans plusieurs régions du globe, et notamment en Pologne (1), en Hongrie (2), en

(1) Les mines de sel de Wielitska, dit M. Guettard, sont sans contredit un des beaux ouvrages de la Nature ; on ne peut voir qu'avec une espèce d'admiration, ces masses énormes de sel renfermées dans le sein de la terre.....

Quiconque a vu une carrière de pierres à plâtre, pareille à celles des environs de Paris, peut aisément se former l'idée des mines de sel de Wielitska..... Les grands bancs de sel, de même que les grands bancs de pierres, se trouvent dans le fond de ces mines ; ils sont surmontés de bancs beaucoup moins

Catalogne, où l'on voit près de la ville de Cardonne, une montagne entière de sel (6):

---

comme elles, sur le rivage droit du Kaptendei ; elle a trente brasses de hauteur, et de l'orient à l'occident deux cents dix brasses de longuenr. Depuis le pied jusqu'aux deux tiers de la hauteur, elle est composée de cristaux cubiques de sel assez gros, où l'on ne trouve pas le moindre mélange de terre ou d'autre matière hétérogène. La montagne est couverte, à son sommet, d'une terre glaise rougeâtre, d'où l'on tire un talc blanc de la plus belle espèce, et elle est fort rapide du côté de la rivière : le sel de la source est précisément de même qualité que celui de la montagne, et la Nature ne sauroit produire un meilleur sel de cuisine. *Histoire générale des voyages, tome XVIII, page* 282. — Il y a quatorze salines sur la rive droite du Kawda, en Sibérie ; ces salines ont deux sources d'eau salée qui produisent du sel fort blanc cristallin ; mais comme l'eau est foible, il lui faut trois fois vingt quatre heures pour se réduire en sel. *Idem, ibidem, page* 469.

(4) En Allemagne, il y a des mines de sel dans une montagne appellée le *Diremberg*, près de Halle ou Hallein, sur la Salza, à quatre lieues de Saltzbourg.... On entre d'abord dans une galerie étroite, par laquelle on marche l'espace d'un quart de lieue entre des canaux couverts ; dans l'un coule de l'eau douce, dans l'autre de l'eau salée, qu'un tuyau de bois conduit jusqu'à Halle : au bout de cette galerie on descend un puits de trente pieds de profondeur....

en d'autres endroits les amas de sel gemme forment des bancs d'une très-grande épais-

---

Ensuite on parcourt des galeries semblables à la première, et l'on arrive à un second puits, puis à un troisième et à un quatrième, que l'on descend comme le premier : ces puits forment les différens étages de la mine ; elle peut avoir douze cents soixante pieds de profondeur, et huit mille cinquante de longueur, à en juger par les proportions d'une machine de bois qui représente ces mines, et qu'on montre dans ces souterrains.

Les galeries aboutissent à des chambres ; c'est dans ces chambres qu'on ramasse le sel, qui, en quelque sorte, végète sur les murs en y formant différens dessins, tels à peu près que ceux qu'on voit sur les vitres, lorsqu'il gèle. La hauteur de ces chambres est d'environ six pieds ; leur étendue est différente et leur forme irrégulière : la plus grande a neuf cents dix pieds de longueur sur trois cents quatre-vingt-cinq de largeur ; l'étendue de ces chambres qui se soutiennent sans appui, est une des choses les plus extraordinaires de ces mines. *M. Guettard, Mémoires de l'académie des sciences, année* 1763, *pages* 203 *et suiv.*

(5) Près de Villena, à quelques lieues d'Alicante, il y a un marais d'où l'on tire le sel pour la consommation des villages voisins ; et à quatre lieues de là, une montagne isolée, toute de sel gemme, couvert seulement d'une couche de plâtre de différentes couleurs.......

Il y a beaucoup de salines dans la juridiction de

seur sur une étendue de deux ou trois lieues en longueur, et d'une largeur indéterminée,

---

Mingrallina ; on travaille à quelques-unes et non aux au res : le sel gemme qu'on en tire est excellent, parce que cette espèce est toujours plus salée que celle qui se fait par évaporation, y ayant moins d'eau dans sa cristallisation.....

A une demi-lieue de là, on descend un peu pour entrer dans un terrain de plâtre, où sont quelques collines..... Au bas de la couverture de plâtre, il y a un banc de sel gemme dont on ne sait point la profondeur, parce que quand les excavations passent trois cents pieds, il en coûte beaucoup pour tirer le sel, et que quelquefois le terrain s'enfonce ou se remplit d'eau ; alors on creuse de nouveaux puits ; car tout l'endroit est une masse énorme de sel, mêlé en certaines places avec un peu de terre de plâtre, et dans d'autres, pur et rougeâtre, et le plus souvent cristallin.... Dans la mine de Cardona, au contraire, il n'y a point de plâtre, et cependant le sel en est si dur et si bien cristallisé, que l'on en fait des statues, des petits autels et des meubles curieux. Celui de Mingranilla est dur aussi, mais moins que celui de Cardona, parce qu'il se casse, comme quelques spaths fragiles... Cette mine a dû être couverte anciennement, d'une épaisseur de plus de huit cents pieds de matières étrangères, que les eaux ont peu à peu entraînées dans les lieux les plus bas...

Dans une montagne où est le village de Valliera, on trouve une mine de sel gemme qui paroît hors de terre ; du côté de l'entrée, et à environ vingt

comme on l'a observé dans la mine de Wielitska en Pologne, qui est la plus célèbre de toutes celles du Nord.

---

pas en dedans, on voit que le sel, qui est blanc et abondant, a pénétré dans les couches de plâtre. Cette mine peut avoir environ quatre cents pas de longueur; et différentes galeries latérales en ont plus de quatre-vingts, soutenues par des piliers de sel qui la font ressembler à une église gothique : le sel suit la direction de la colline en penchant un peu au nord, comme les veines du plâtre; ce sel n'a qu'environ cinq pieds de haut......... Il paroît avoir rongé différentes couches de plâtre et de margue (marne), pour se placer où il est, quoiqu'il reste cependant assez de ces matières.

Au bout de la principale galerie.... on voit que la bande de sel descend jusqu'au vallon, et passe à la colline qui est vis-à-vis.... La voûte de cette mine est de plâtre.... Ensuite il y a deux pouces de sel blanc, séparé du plâtre par quelques filons de terre saline; après, il y a trois doigts de sel pur et deux de sel de pierre, et une bande de terre; ensuite une autre bande bleue suivie de deux pouces de sel; après quoi il y a des bandes alternatives de terre et de sel cristallin jusqu'au lit de la mine qui est de plâtre; descendant au vallon et montant aux collines qui sont vis-à-vis, les bandes de terre sont d'un bleu obscur, et les lits de sel sont de couleur blanche : cette mine est très-élevée eu égard à la mer; parce que depuis Bayonne on monte toujours pour y arriver. *Histoire naturelle d'Espagne, par M. Bowles, pages 376 et suiv.*

Les bancs de sel y sont surmontés de plusieurs lits de glaises mêlées, comme les autres glaises, d'un peu de sable et de débris de coquilles et autres productions marines. L'argille ou glaise contient l'acide, et les corps marins contiennent l'alkali; on pourroit donc imaginer qu'ils ont fourni l'alkali

---

(6) La ville de Cardonne est située au pied d'une montagne de sel, qui est presque coupée perpendiculairement du côté de la rivière : cette montagne est une masse énorme de sel solide, de quatre ou cinq cents pieds de haut, sans raies ni fentes, ni couches, et il n'y a point de plâtre aux environs; elle a une lieue de circuit... On ignore la profondeur du sel, qui pour l'ordinaire est blanc; il y en a aussi du rouge... d'autre d'un bleu clair; mais ces couleurs disparoissent lorsque le sel est écrasé, car dans cet état il est blanc...

La superficie de la montagne est grande, cependant les pluies ne font pas diminuer le sel : la rivière qui coule au pied est néanmoins salée, et quand il pleut, la salaison augmente et fait mourir le poisson; mais ce mauvais effet ne s'étend pas à plus de trois lieues, après quoi le poisson se porte aussi bien qu'ailleurs. *Histoire naturelle d'Espagne*, *par M. Bowles*, *p.* 410 *et suiv.*

Les anciens ont parlé de ces montagnes de sel de l'Espagne : *Est*, dit Aulu-Gelle, *in his regionibus* (*Hispaniæ*), *mons ex sale mero magnus; quantùm demas, tantùm adcrescit.* Aulu-Gell. lib. II, cap. XXII, *ex Catone.*

nécessaire pour former avec l'acide ce sel fossile; mais, lorsqu'on jette les yeux sur l'épaisseur énorme de ces bancs de sel, on voit que quand même la glaise et les corps marins qu'elle renferme se seroient entièrement dépouillés de leur acide et de leur alkali, ils n'auroient pu produire que les dernières couches superficielles de ces bancs, dont l'épaisseur étonne encore plus que leur étendue; il me semble donc que, pour concevoir la formation de ces masses immenses de sel pur, il faut avoir recours à une cause plus puissante et plus ancienne que celle de la stillation des eaux et de la dissolution des sels contenus dans les terres qui surmontent ces salines; elles ont commencé par être des marais salans, où l'eau de la mer en stagnation a produit successivement les couches de sel qui composent ces bancs, et qui se sont déposées les unes sur les autres, à mesure qu'elles se formoient par l'évaporation des eaux qui arrivoient pour remplacer les premières, et qui laissoient de même déposer leur sel après l'évaporation; en sorte que dans le tems où la chaleur du globe étoit beaucoup plus grande qu'elle ne l'est aujourd'hui, le sel a dû se former bien plus promptement et plus abondamment qu'il ne

se forme dans nos marais salans; aussi ce sel gemme est-il communément plus solide et plus pur que celui que nous obtenons, en faisant évaporer les eaux salées; il a retenu moins d'eau dans sa cristallisation, il attire moins l'humidité de l'air et ne se dissout qu'avec beaucoup de tems dans l'eau, à moins qu'on n'aide la dissolution par le secours de la chaleur.

On vient de voir, par les notes précédentes, que ces grands amas de sel gemme se trouvent tous, ou sous des couches de glaise et de marne, ou sous des bancs de plâtre, c'est-à-dire, sous des matières déposées et transportées par les eaux, et que par conséquent la formation de ces amas de sel est à peu près contemporaine aux dernières alluvions des eaux, dont les dépôts sont en effet les glaises mêlées de craie, et les plâtres, matières dont la substance est analogue à celle du sel marin, puisqu'elles contiennent en même tems l'acide et l'alkali qui font l'essence de sa composition; cependant, je le répète, ce ne sont pas les parties salines contenues dans ces bancs argilleux, marneux et plâtreux, qui seules ont pu produire ces énormes dépôts de sel gemme, quand même ces bancs de terre

auroient été de huit cents pieds plus épais, comme le dit M. Bowles; et ce ne peut être que par des alternatives d'alluvion et de dessèchement, et par une évaporation prompte, que ces grandes masses de sel ont pu s'accumuler.

Pour faire mieux entendre cette formation successive, supposons que le sol sur lequel porte la dernière couche saline fût alternativement baigné par les marées, et que pendant les six heures de l'alluvion du flux, la chaleur fût alors assez grande, comme elle l'étoit en effet, pour causer, dans cet intervalle de six heures, la prompte évaporation de quelques pouces d'épaisseur d'eau, il se sera dès-lors formé sur ce sol une première couche de sel de quelques lignes d'épaisseur, et douze heures après, cette première couche aura été surmontée d'une autre, produite par la même cause; en sorte que, dans les lieux où la marée s'élevoit à une grande hauteur, les amas de sel ont pu prendre presqu'autant d'épaisseur; cette cause a certainement produit un tel effet dans plusieurs lieux de la terre, et particulièrement dans ceux où les amas de sel ne sont pas d'une très-grande épaisseur, et quelques-uns de ces amas semblent offrir encore la trace des

ondes qui les ont accumulés (1); mais dans les lieux où ces amas sont épais de 50 et peut-être de 100 pieds, comme à Wielitska, en Pologne, et à Cardonne, en Catalogne, on peut encore supposer très-légitimement une seconde cisconstance qui a pu concourir comme cause avec la première. Cette cir-

---

(1) Aux environs de la ville de Northwich, dans le comté de Chester, en Angleterre, et dans un terrain plat, on exploite quantité de mines de sel. Le sel en roc ou en masse, s'y trouve à vingt toises de profondeur perpendiculaire, recouvert d'une espèce de schiste noir, et au dessus d'un sable que l'on voit sur toute la surface.

Dans la crainte de rencontrer des sources d'eau qui gêneroient, ou peut-être détruiroient l'exploitation, on n'a pas approfondi dans la masse de sel au dessous de dix toises; de sorte qu'on en ignore absolument l'épaisseur; on n'a pas même osé la sonder

Le sel en roc paroît avoir été déposé par couches ou lits de plusieurs couleurs; il est généralement d'un rouge foncé, ressemblant à peu près à la couleur du sable qui compose la surface du terrain; d'autres de différentes nuances, et enfin de celui qui est parfaitement blanc et pur, sans aucun mélange. Mais ce qu'il y a encore de très-particulier, c'est que ces couches de sel sont dans une position qui feroit croire que le dépôt s'en est fait par ondes, comme on voit ceux que la mer fait sur ses côtes. *Voyages métallurgiques, par M. Jars, tome III, page 332.*

constance s'est trouvée dans les lieux où la mer formoit des anses ou des bassins, dans lesquels son eau stagnante devoit s'évaporer presque aussi vîte qu'elle se renouveloit, ou bien s'évaporoit en entier, lorsqu'elle ne pouvoit être renouvelée (1). On peut se former une idée de ces anciens bassins de la mer et de leur produit en sel, par les lacs salés que nous connoissons en plusieurs endroits de la surface de la terre; une chaleur double de celle de la température actuelle, causeroit en peu de tems l'entière évaporation de l'eau, et laisseroit au fond toute la masse de sel qu'elle tient en dissolution, et l'épaisseur de ce dépôt salin seroit proportionnelle à la quantité d'eau contenue dans le bassin et enlevée par l'évaporation; en sorte, par exemple, qu'en supposant huit cents brasses ou quatre mille pieds de profon-

---

(1) L'été du Groenland, moins long qu'ailleurs y est pourtant assez chaud pour qu'on soit obligé de se dégarnir quand on marche, sur-tout dans les baies et les vallons où les rayons du soleil se concentrent, sans que les vents de mer y pénètrent. L'eau qui reste dans les bassins et les creux des rochers, après le flux, s'y coagule au soleil, et s'y cristallise en un très-beau sel de la plus grande blancheur. *Histoire générale des voyages, tome XIX, page 20.*

deur au bassin, on auroit au moins cent pieds d'épaisseur de sel après l'évaporation de cette eau qui, comme l'on sait, contient communément un quarantième de sel, relativement à son poids; je dis cent pieds au moins, car ici le volume augmente plus que proportionnellement à la masse; je ne sais si cette augmentation relative a été déterminée par des expériences, mais je suis persuadé qu'elle est considérable, tant par la quantité d'eau que le sel retient dans sa cristallisation, que par les matières grasses et terreuses dont l'eau de la mer est toujours chargée, et que l'évaporation ne peut enlever.

Quoi qu'il en soit, les vues que je viens de présenter sont suffisantes pour concevoir la formation de ces prodigieux dépôts de sel sur lesquels nous croyons devoir donner encore quelques détails importans. Voici l'ordre des différens bancs de terre et de pierre qu'on trouve avant de parvenir au sel dans les mines de Wielitska : « Le premier lit, celui qui s'étend jusqu'à l'extérieur de la mine, est de sable, c'est-à-dire, un amas de grains fins, arrondis, blancs, jaunâtres et même rougeâtres. Ce banc de sable est suivi de plusieurs lits de terre argilleuse plus ou moins colorée; mais le plus

plus ordinairement ces terres ont la couleur de rouille de fer. Ces lits de terre, à une certaine profondeur, sont séparés par des lames de pierre que leur peu d'épaisseur, jointe à leur couleur noirâtre, feroit regarder comme des ardoises ; ce sont des pierres feuilletées.... On descend d'abord dans le premier étage par une espèce de puits de huit pieds en carré, ayant deux cents pieds de France de profondeur, au lieu de six cents, comme on a voulu le dire.... On y trouve une chapelle taillée dans la masse du sel, et qui peut avoir environ trente pieds de longueur sur vingt-quatre de largeur, et dix-huit de hauteur ; tous les ornemens et les images de cette chapelle sont aussi faits avec du sel... Il n'y a que neuf cents pieds de profondeur depuis le sommet de la mine jusque dans l'endroit le plus profond.... Et il est étonnant qu'on ait voulu persuader le public qu'il y avoit dans cette mine une espèce de ville souterraine, puisqu'il n'y a dans les galeries que quelques petites chambres qui sont destinées à enfermer les outils des ouvriers, lorsqu'ils s'en vont le soir de la mine....

» Plus on pénètre profondément dans ces

salines, plus l'on trouve le sel abondant et pur; si l'on rencontre quelques couches de terre, elles n'ont ordinairement que deux à trois pieds d'épaisseur et fort peu d'étendue; toutes ces couches sont d'une glaise plus ou moins sableuse.

» On n'a point trouvé jusqu'à présent dans ces mines, aucune production volcanique, telle que soufre, bitume, charbon minéral, etc. comme il s'en trouve dans les salines de Halle, de la haute Saxe et du comté de Tyrol. On y trouve beaucoup de coquilles, principalement des bivalves et des madrepores....

» Je n'assurerai pas que ces mines aient, comme on le dit, trois lieues d'étendue en tous sens.... Mais il y a lieu de croire qu'elles communiquent à celles de Bochnia (ville à cinq milles au levant de Wielitska), où l'on exploite le même sel; le travail de Wielitska a toujours été dirigé du côté de Bochnia, et celui de Bochnia du côté de Wielitska jusqu'en 1772, qu'on se trouva arrêté de part et d'autre par un lit de terre marneuse, ne contenant pas un atome de sel.... Mais l'administration ayant dirigé l'exploitation du côté du midi, on trouva du sel beaucoup plus pur....

» On détache ce sel de la masse, en blocs qui ont ordinairement sept à huit pieds de longueur sur quatre de largeur et deux d'épaisseur; on emploie pour cela des coins de fer, et on opère à peu près de la manière qu'on le fait dans nos carrières pour en tirer la pierre de taille. . . . Lorsque ces gros blocs sont ainsi détachés, on les divise en trois ou quatre parties dont on fait des cylindres pour faciliter le transport. . . .

» Les morceaux de sel que l'on trouve quelquefois dans cette mine de Wielitska, se rencontrent par cubes isolés dans les couches de glaises, sans affecter de marche régulière, et quelquefois formant des bandes de deux à trois pouces d'épaisseur dans la masse du sel; mais celui qui se trouve en grain dans la glaise, est toujours le plus beau, et on conduit presque tout ce sel blanc dans l'endroit que l'on appelle la *Chancellerie*, qui est un bureau où travaillent quatre commis pendant la journée : tout ce qui orne cette chancellerie, comme tables, armoires, etc. est en sel. . . . Avec les morceaux de sel blanc les plus transparens, on travaille de jolis ouvrages qui ont différentes formes, comme des crucifix, des tables, des chaises, des tasses à café, des

canons montés sur leurs affûts, des montres, des salières, etc. (1) ».

Nous ne pouvons douter qu'il n'y ait en France des mines de sel gemme, puisque nous y connoissons un grand nombre de fontaines salées, et dans nos provinces même les plus éloignées de la mer; mais la recherche de ces mines est prohibée, et même l'usage de l'eau qui en découle nous est interdit par une loi fiscale, qui s'oppose au droit si légitime d'user de ce que la Nature nous offre avec profusion; loi de proscription contre l'aisance de l'homme et la santé des animaux qui, comme nous, doivent participer aux bienfaits de la mère commune, et qui faute de sel ne vivent et ne se multiplient qu'à demi; loi de malheur, ou plutôt sentence de mort contre les générations à venir, qui n'est fondée que sur le mécompte et sur l'ignorance, puisque le libre usage de cette denrée, si nécessaire à l'homme et à tous les êtres vivans, feroit plus de bien et deviendroit plus utile à l'état que le produit de la prohibition; car il sou-

(1) Observations sur les mines de sel gemme de Wielitska, par M. Bernard. *Journal de physique*, *mois de décembre* 1780, *pages* 159 *et suiv.*

tiendroit et augmenteroit la vigueur, la santé, la propagation, la multiplication des hommes et de tous les animaux utiles. La gabelle fait plus de mal à l'agriculture que la grêle et la gelée : les bœufs, les chevaux, les moutons, tous nos premiers aides dans cet art de première nécessité et de réelle utilité, ont encore plus besoin que nous de ce sel qui leur étoit offert comme l'assaisonnement de leur insipide herbage, et comme préservatif contre l'humidité putride dont nous les voyons périr ; tristes réflexions, que j'abrège en disant que l'anéantissement d'un bienfait de la Nature est un crime dont l'homme ne se fût jamais rendu coupable, s'il eût entendu ses véritables intérêts.

Les mines de sel se présentent dans tous les pays où l'on a la liberté d'en faire usage (1);

(1) Nous séjournâmes un jour à Bex, dans le voisinage de Lausanne en Suisse, et nous l'employâmes à visiter des salines qui sont dans la montagne : on y cherche en poussant des galeries dans le sein du rocher, la masse de sel, où une source d'eau prend en y passant celui qu'elle charie et qu'on en tire à grands frais : le rocher montre en quelques endroits des veines de ce sel qui font espérer qu'on trouvera cette masse. *Lettres de M. de Luc, citoyen de Genève, page 9 et 10.*

il y en a tout autant en Asie qu'en Europe, et le despotisme oriental qui nous paroît si pesant pour l'humanité, s'est cependant abstenu de peser sur la Nature : le sel est commun en Perse et ne paye aucun droit (1);

---

(1) Le sel se fait par la Nature toute seule, et sans aucun art ; le soufre et l'alun se font de même : il y a deux sortes de sel dans le pays, celui des terres et celui des mines ou de roche. Il n'y a rien de plus commun en Perse que le sel ; car, d'un côté, il n'y a nul droit dessus, et de l'autre vous trouvez des plaines entières, longues de dix lieues et plus, toutes couvertes de sel, et vous en trouvez d'autres qui sont couvertes de soufre et d'alun : on en passe quantité de cette sorte en voyageant dans la Parthide, dans la Perside, dans la Caramanie. Il y a une plaine de sel proche de Cachan, qu'il faut passer pour aller en Hircanie, où vous trouvez le sel aussi net et aussi pur qu'il se puisse. Dans la Médie et à Ispahan le sel se tire des mines, et on le transporte par gros quartiers comme la pierre de taille ; il est si dur en des endroits, comme dans la Caramanie déserte, qu'on en emploie les pierres dans la construction des maisons des pauvres gens. *Voyages de Chardin en Perse, etc. Amsterdam, 1711, tome II, page* 23.

Nota. Cette dernière particularité n'est point du tout fabuleuse ; Pline parle de ces constructions en masses de sel, que l'on cimente, ajoute-t-il, en les mouillant : *Gerris, Arabiæ oppido, muros domosque*

les salines y sont en grand nombre, tant à la surface que dans l'intérieur de la terre.

---

massis salis faciunt, aquâ ferruminantes: au reste, de pareilles structures ne peuvent subsister que dans un pays tel que l'Arabie, où il ne pleut jamais. — En sortant de la ville de Kom, à notre droite, nous découvrîmes la montagne de Kilesim qui n'est que médiocrement haute; mais elle est ceinte, de tous côtés, de plusieurs collines stériles et pierreuses, qui ne produisent que du sel, aussi bien que toute la campagne voisine, et qui est toute blanche de sel et de salpêtre; cette montagne, de même que celles de Nochtznan, de Kulb, d'Urumi, de Kemre, de Hemedan, de Bisetum et de Suldur, fournissent toute la Perse de sel, que l'on en tire comme d'une carrière. *Voyages d'Olearius en Moscovie. Paris*, 1656, *tome II, page* 5.

Il y a quantité de montagnes dans la Perse.... Il y en a plusieurs d'où l'on tire le sel comme on tire des pierres d'une carrière, et pour la valeur d'un sou on en donne un pied et demi en carré. Il se trouve aussi des plaines dont le sable n'est que pur sel, mais il n'a pas le même effet que celui de France, et il en faut le double pour saler raisonnablement les viandes. *Voyages de Tavernier en Turquie, etc., tome II, pages* 10 *et* 11. — Quelques montagnes aux environs du château de Thaïkan, à deux journées nord-est-quart-de-nord de Balack, ville située sur les frontières de Perse, sont composées du plus beau sel de roche : cette ville de Balack a été ruinée par

On voit aux environs d'Astracan, une montagne de sel gemme (1), où les habitans du pays, et même les étrangers, ont la liberté d'en prendre autant qu'il leur plaît (2); il

---

les tartares. *Histoire générale des Voyages, tome VII, page* 318. — L'on trouve quantité de ruisseaux d'eau salée, au bord desquels s'épaissit et se forme un sel très-blanc; et ce qui est bien davantage, proche de Congo, il y a une plaine qui, par l'espace de plusieurs milles, est toute blanche de sel, lequel venant à se fondre en tems de pluie, et par ce moyen effaçant entièrement les chemins, cause une extrême confusion, et donne aux passans une peine incroyable. *Voyages d'Orient, par le P. Philippe, Carme-Déchaussé. Lyon*, 1669, *liv. II, page* 104.

(1) On trouve dans la province d'Astracan, une montagne de sel qui, bien qu'on y en prenne journellement, semble ne point diminuer; ce sel est dur et aussi transparent que du cristal; il est permis à toutes sortes de gens d'y en faire couper; ce qui a enrichi beaucoup de marchands. *Voyages historiques de l'Europe. Paris*, 1693, *tome II, pages* 34 *et* 35.

(2) Pline cite une montagne de sel aux Indes, laquelle étoit, dit-il, pour le souverain son possesseur, une source inépuisable de richesses: *Sunt et montes nativi salis, ut in Indiâ Oromenus, in quo lapidicinarum modo cæditur renascens; majusque regum vectigal ex eo, quàm ex auro atque margaritis*, lib. XXXI, cap. 1, sect. 39.

y a aussi des plaines immenses qui sont, pour ainsi dire, toutes couvertes de sel (1):

---

(1) Au-delà du Wolga, vers le couchant, s'étend une longue bruyère de plus de 70 lieues d'Allemagne jusqu'au Pont-Euxin; et vers le midi, une autre de plus de 80 lieues le long de la mer Caspienne... Mais ces déserts ne sont point si stériles qu'ils ne produisent du sel en plus grande quantité que les marais de France et d'Espagne; ceux de ces quartiers-là les appellent *Mosakoski*. Kainkowa et Gwoftonki, qui sont à dix, quinze et trente werstes d'Astracan, ont des veines salées, que le soleil cuit et fait nager sur l'eau l'épaisseur d'un doigt, comme un cristal de roche, et en si grande quantité qu'en payant deux liards d'impôt de chaque poud, c'est-à-dire, du poids de 40 livres, on en emporte tant que l'on veut; il sent la violette comme en France, et les moscovites en font un grand trafic, en le portant sur le bord du Wolga, où ils le mettent en de grands monceaux jusqu'à ce qu'ils aient la commodité de le transporter ailleurs. Petreins, dans son histoire de Moscovie, dit qu'à deux lieues d'Astracan, il y a deux montagnes qu'il nomme *Bussin*, qui produisent du sel de roche en si grande abondance, que quand 30,000 hommes y travailleroient incessamment, ils n'en pourroient pas tarir les sources; mais je n'ai pu rien apprendre de ces montagnes imaginaires; cependant il est certain que le fond des veines salées dont nous venons de parler, est inépuisable, et que l'on n'en a pas sitôt enlevé une croûte qu'il

on voit une semblable plaine de sel en Natolie (1). Pline dit que Ptolomée, en plaçant son camp près de Péluse, découvrit sous le sable une couche de sel que l'on trouva s'étendre de l'Egypte à l'Arabie (2). La mer Caspienne et plusieurs autres lacs sont plus

---

ne s'y en fasse aussitôt une nouvelle. Le même Petreins se trompe aussi, quand il dit que ces montagnes fournissent de sel, la Médie, la Perse et l'Arménie, puisque ces provinces ne manquent point de marais salans, non plus que la Moscovie, ainsi que nous le verrons dans la suite. *Voyages d'Olearius. Paris*, 1656, *tome I*, *page* 319.

(1) Tavernier parle d'une plaine de Natolie, qui a environ dix lieues de long, et une ou deux de large, qui n'est qu'un lac salé dont l'eau se congèle et se forme en sel qu'on ne peut dissoudre qu'avec peine, si ce n'est dans l'eau chaude; ce lac fournit de sel presque toute la Natolie; et la charge d'une charrette, tirée par deux buffles, ne coûte sur le lieu qu'environ 45 sous de notre monnoie : il s'appelle *Douslac*, c'est-à-dire, la place de sel, et le bacha de Couchahur, petite ville qui est à deux journées, en retire 24,000 écus par an. *Voyages de Tavernier*, *tome I*, *page* 124.

(2) *Invenit et juxta Pelusium Ptolemæus rex, cùm castra faceret; quo exemplo posteà inter Ægyptum et Arabiam cæptum est inveniri, detractis arenis*, lib. XXXI, cap. 1, sect. 39.

ou moins salés (1); ainsi, dans les terres les plus éloignées de l'Océan, l'on ne manque pas plus de sel que dans les contrées maritimes, et par-tout il ne coûte que les frais de l'extraction ou de l'évaporation. On peut voir dans les notes ci-jointes, la manière dont on recueille le sel à la Chine, au Japon et dans quelques autres provinces de l'Asie (2). En Afrique, il y a peut-être encore

---

(1) Pline en parlant de rivières salées, qu'il place près de la mer Caspienne, dit que le sel forme une croûte à la surface, sous laquelle le fleuve coule comme s'il étoit glacé; ce qu'on ne peut néanmoins entendre que des mers et des anses, où l'eau tranquille et dormante et baissant dans les chaleurs, donnoit lieu à la voûte de sel de se former..... *Sed et summa fluminum durantur in salem, amne reliquo veluti sub gelu fluente, ut apud Caspias portas, quæ* salis flumina *appellantur.* Hist. Nat. lib. XXXI, cap. 1, sect. 39.

(2) Les parties occidentales de la Chine qui bordent la Tartarie, sont bien pourvues de sel, malgré leur éloignement de la mer; outre les salines qui se trouvent dans quelques-unes de ces provinces, on voit dans quelques autres, une sorte de terre grise, comme dispersée de côté et d'autre, en pièces de trois ou quatre arpens, qui rend une prodigieuse quantité de sel. Pour le recueillir, on rend la surface de la terre aussi unie que la glace, en lui laissant

plus de mines de sel qu'en Europe et en Asie : les voyageurs citent les salines du cap

---

assez de pente pour que l'eau ne s'y arrête point ; lorsque le soleil vient à la sécher, jusqu'à faire paroître blanches les particules de sel qui s'y trouvent mêlées, on les rassemble en petits tas, qu'on bat ensuite soigneusement, afin que la pluie puisse s'y imbiber : la seconde opération consiste à les étendre sur de grandes tables un peu inclinées, qui ont des bords de quatre ou cinq doigts de hauteur ; on y jette de l'eau fraîche, qui, faisant fondre les parties de sel, les entraîne avec elles dans de grands vaisseaux de terre, où elles tombent goutte à goutte par un petit tube. Après avoir ainsi dessalé la terre, on la fait sécher, on la réduit en poudre, et on la remet dans le lieu d'où on l'a tirée : dans l'espace de sept ou huit jours, elle s'imprègne de nouvelles parties de sel qu'on sépare encore par la même méthode.

Tandis que les hommes sont occupés de ce travail aux champs, leurs femmes et leurs enfans s'emploient, dans des huttes bâties au même lieu, à faire bouillir le sel dans de grandes chaudières de fer, sur un fourneau de terre percé de plusieurs trous, par lesquels tous les chaudrons reçoivent la même chaleur ; la fumée passant par un long tuyau, en forme de cheminée, sort à l'extrémité du fourneau : l'eau après avoir bouilli quelque tems, devient épaisse et se change par dégré, en un sel blanchâtre, qu'on ne cesse pas de remuer avec une grande spatule de fer,

de Bonne-Espérance (3) : Kolbe sur-tout s'étend beaucoup sur la manière dont s'y

---

jusqu'à ce qu'il soit devenu tout à fait blanc. *Histoire générale des voyages, tome VI, pages* 486 *et* 487.

Au Japon, le sel se fait avec de l'eau de la mer; on creuse un grand espace de terre qu'on remplit de sable fin, sur lequel on jette de l'eau de la mer, et on le laisse sécher : on recommence la même opération jusqu'à ce que le sable paroisse assez imbibé de sel; alors on le ramasse, on le met dans une cuve, dont le fond est percé en trois endroits : on y jette encore de l'eau de la mer, qu'on laisse filtrer au travers du sable; on reçoit cette eau dans de grands vases pour la faire bouillir jusqu'à certaine consistance; et le sel qui en sort, est calciné dans de petits pots de terre, jusqu'à ce qu'il devienne blanc. *Histoire naturelle du Japon, par Kœmpfer, tome I, page* 95.

Chez les mogols, il y a une mine de sel, mêlée de sable, à la profondeur d'un pouce sous terre; cette région en est remplie : les mogols, pour le purifier, mettent ce mélange dans un bassin où ils jettent de l'eau; le sel venant à se dissoudre, ils le versent dans un autre bassin et le font bouillir; après quoi ils le font sécher au soleil. Ils s'en procurent encore plus aisément dans leurs étangs d'eau de pluie, où il se ramasse de lui-même dans des trous; et séchant au soleil, il laisse une croûte de sel fin et pur, qui est quelquefois épaisse de deux doigts et qui se lève en masse. *Histoire générale des voyages, tome VII, page* 464.

La province de Portalonn, au couchant de l'île de

forme le sel et sur les moyens de le recueillir. En Abissinie, il y a de vastes plaines toutes

---

Ceylan, a un port de mer d'où une partie du royaume tire du sel et du poisson.... A l'égard des parties orientales, que l'éloignement et la difficulté des chemins empêchent de tirer du sel de ce port, la Nature a pourvu à leurs besoins d'une autre manière. Le vent d'est fait entrer l'eau de la mer dans le port de Leaouva ; et lorsqu'ensuite le vent d'ouest amène le beau tems, cette eau se congèle et fournit aux habitans plus de sel qu'ils n'en peuvent employer. *Histoire générale des voyages, tome VIII, page* 520.

Dans le royaume d'Asem, on fait du sel en faisant sécher et brûler ensuite cette verdure qui se trouve ordinairement sur les eaux dormantes : les cendres qui en proviennent étant bouillies et passées servent de sel. La seconde méthode est de prendre de grandes feuilles de figuier, que l'on sèche et que l'on brûle de même. Les cendres sont une espèce de sel d'une âcreté si piquante, qu'il seroit impossible d'en manger s'il n'étoit adouci : on met les cendres dans l'eau ; on les y remue l'espace de dix ou douze heures : ensuite on passe cette eau trois fois dans un linge, et puis on la fait bouillir ; à mesure qu'elle bout, le fond s'épaissit, et lorsqu'elle est consumée, on trouve au fond de la chaudière un sel blanc et d'assez bon goût. C'est de la cendre des mêmes feuilles qu'on fait, dans le royaume d'Asem, une lessive dont on blanchit les soies ; si le pays avoit plus de figuiers, les habitans feroient toutes leurs soies blanches, parce que

couvertes de sel, et l'on y connoît aussi des mines de sel gemme(4); il s'en trouve de même

---

la soie de cette couleur est beaucoup plus claire que l'autre. *Histoire générale des voyages, tome IX, page* 548.

(3) Dans les environs de la baie de Saldanha, qui sont habités par les Kochoquas ou Salthanchaters, il y a plusieurs mines de sel dont les étrangers font commerce.... Il y a aussi des salines dans plusieurs endroits du pays des Damaquas, mais elles ne sont d'aucun usage, parce qu'elles sont trop éloignées des habitations européennes, et que les hottentots ne mangent jamais de sel... Dans toutes les terres du cap de Bonne-Espérance, le sel est formé par l'action du soleil sur l'eau des pluies; ces eaux s'amassent dans des espèces de bassins naturels, pendant la saison des pluies; elles entraînent avec elles, en descendant des montagnes et des collines, un limon gras, dont la couleur est plombée, et c'est sur ce limon que se forme le sel dans les bassins.

L'eau, en descendant dans ces bassins, est toujours noirâtre et sale; mais au bout de quelque tems elle devient claire et limpide, et ne redevient noirâtre que dans le mois d'octobre, tems auquel elle commence à devenir salée; à mesure que la chaleur de l'été devient plus grande, elle prend un goût plus âcre et plus salé, et sa couleur devient enfin d'un rouge foncé : les vents de sud-est soufflant alors avec force, agitent cette eau et accélèrent l'évaporation... Le sel commence à paroître sur les bords; sa quan-

aux îles du cap Verd (5), au cap Blanc (6); et comme la chaleur est excessive au Sénégal,

---

tité augmente de jour en jour, et vers le solstice d'été, les bassins se trouvent remplis d'un beau sel blanc, dont la couche a quelquefois six pouces d'épaisseur, sur-tout si les pluies ont été assez considérables pour remplir d'eau ces creux ou ces bassins naturels...

Dès que le sel est ainsi formé, chaque habitant des colonies en fait sa provision pour toute l'année; il n'a besoin pour cela d'aucune permission, ni de payer aucun droit; il y a seulement deux bassins qui sont réservés pour la compagnie hollandaise et pour le gouvernement, et dans lesquels les colons ne prennent point de sel....

Ce sel du cap de Bonne-Espérance est blanc et transparent; ses grains ont ordinairement six angles, et quelquefois plus; le plus blanc et le plus fin est celui qui se tire du milieu du bassin, c'est-à-dire, de l'endroit où la couche de sel est la plus épaisse... Celui des bords est grossier, dur et amer; cependant on le préfère pour saler la viande et le poisson, parce qu'il est plus dur à fondre que celui du milieu du bassin; mais ni l'un ni l'autre ne vaut celui d'Europe pour ces sortes de salaisons, et les viandes qui en sont salées, ne peuvent jamais soutenir un long voyage.

La manière dont se forme ce sel, ressemble trop à celle dont se produit le nitre pour ne pas supposer que le sel du Cap vient, en bonne partie, du nitre

en Guinée et dans toutes les terres basses de l'Afrique, le sel s'y forme par une évapora-

---

que le terrain et l'air contiennent dans ce pays.... Ces parties nitreuses descendent peu-à-peu sur la terre, où elles restent renfermées jusqu'à ce que les pluies, tombant en abondance, lavent le terrain et les entraînent avec elles dans les bassins... D'un autre côté, on a lieu de présumer que le terrain des vallées du Cap est naturellement salé, puisque l'herbe qui croît dans ces vallées, a un goût d'amertume et de salure, et que les hollandais nomment ces pâturages *terres saumaches*; et ce fait seul seroit suffisant pour expliquer la formation du sel dans les terrains du cap de Bonne-Espérance.

Enfin, pour prouver que l'air est chargé de particules salsugineuses au Cap, M. Kolbe rapporte une expérience qui a été faite par un de ses amis, dont il résulte que, si l'on reçoit dans un vaisseau les vents qui soufflent au Cap, il se forme sur les parois de ce vaisseau, de petites gouttes, qui augmentant peu-à-peu, le remplissent en entier; que cette eau qui, d'abord ne paroît pas être salée, étant exposée dans un endroit où la chaleur et l'air puissent agir en même tems sur l'eau et sur le vaisseau, elle devient, dans l'espace de trois ou quatre heures, salsugineuse et blanchâtre, paroît comme mélangée de verd de mer et de bleu céleste, et laisse un sédiment qui prend la forme de gelée.

Lorsqu'après cela on couvre légèrement le vaisseau, et qu'on le met sur un fourneau, cette eau devient

L'Amérique, sur-tout dans les contrées méridionales, est assez abondante en sel

---

plus propre pour en tirer dans peu de tems beaucoup de sel.

En d'autres endroits ils ont des salines où l'eau est tellement séchée par la chaleur du soleil, qu'ils n'ont pas besoin de la faire cuire, mais n'ont qu'à l'amasser dans ces salines.

Ceux qui n'ont pas les moyens d'acheter des bassins de cuivre, ou qui ne veulent pas employer leur argent à ces bassins, ou bien encore qui craignent que l'eau de mer devant cuire si long-tems, ces bassins ne fussent bientôt percés par le feu, prennent des pots de terre dont ils mettent dix ou douze les uns contre les autres, et font ainsi deux longues rangées, étant attachés les uns aux autres avec de l'argille, comme s'ils étoient maçonnés; et sous ces pots il y a comme un fourneau, où l'on met continuellement du bois; cette manière est la plus ordinaire dont ils se servent, et avec laquelle cependant ils ne tirent pas tant de sel, ni si promptement. Le sel est extrêmement fin et blanc sur toute la côte (à l'exception des environs d'Acra), principalement dans le pays de Fantin, où il surpasse presque la neige en blancheur. *Voyages de Bosman. Utrecht*, 1705, *pages* 321 *et suiv.*

Le long du rivage du canal de Biyurt, quelques lieues au dessus de la barre du fleuve de Sénégal, la Nature a formé des salines fort riches; on en compte huit, éloignées l'une de l'autre d'une ou deux lieues: ce sont de grands étangs d'eau salée, au

marin; il s'en trouve aussi dans les îles, et notamment à Saint-Domingue (10), et sur

---

fond desquels le sel se forme en masse; on le brise avec des crocs de fer pour le faire sécher au soleil: à mesure qu'on le tire de l'étang, il s'en forme d'autre. On s'en sert pour saler les cuirs; il est corrosif, et fort inférieur en bonté au sel de l'Europe. Chaque étang a son fermier qui se nomme *ghiodin* ou *komessu*, sous la dépendance du roi de Kayor. *Hist. générale des voyages, tome II, page* 489.

(8) La côte d'Or en Afrique fournit un fort bon sel, et en abondance... La méthode des nègres est de faire bouillir l'eau de la mer dans des chaudières de cuivre, jusqu'à sa parfaite congélation.... Ceux qui sont situés plus avantageusement, creusent des fosses et des trous, dans lesquels ils font entrer l'eau de la mer pendant la nuit: la terre étant d'elle-même salée et nitreuse, les parties fraîches de l'eau s'exhalent bientôt à la chaleur du soleil, et laissent de fort bon sel, qui ne demande pas d'autres préparations. Dans quelques endroits, on voit des salines régulières où la seule peine des habitans est de recueillir le sel chaque jour. *Histoire générale des voyages, tome IV, pages* 216 *et suiv.*

(9) Le pays de Soguo est voisin des mines de Demba, d'où l'on tire, à deux ou trois pieds de terre, un sel de roche d'une beauté parfaite, aussi clair que la glace, sans aucun mélange: on le coupe en pièces d'une aune de long, qui se transportent dans toutes

plusieurs côtes du continent (11); ainsi que dans les terres de l'isthme de Panama (12), dans

---

les parties du pays. Delille place les mines de sel dans le pays de Bamba : ce pays de Sogno fait partie du royaume de Congo. *Idem, ibidem, page* 626.

(10) L'île de Saint-Domingue a dans plusieurs endroits de ses côtes, des salines naturelles ; et l'on trouve du sel minéral dans une montagne voisine du lac Xaragua, plus dur et plus corrosif que le sel marin, avec cette propriété, que les brèches que l'on y fait, se réparent, dit-on, dans l'espace d'un an. Oviédo ajoute que toute la montagne est d'un très-bon sel, aussi luisant que le cristal, et comparable à celui de Cardonne en Catalogne. *Idem, tome XII, page* 218. — Il y a dans cette île de très-belles salines, qui, sans être cultivées, donnent du sel aussi blanc que la neige, et étant travaillées en pourroient fournir davantage que toutes les salines de France, de Portugal et d'Espagne. Il se rencontre de ces salines au midi, dans la baie d'Ocoa, dans le cul-de-sac, à un lieu nommé *Coridon*, au septentrion de l'île vers l'orient, à Caracol, à Limonade, à Monte-Christo ; il y en a encore en plusieurs autres lieux, et ce ne sont ici que les principales. Outre ces salines marines l'on trouve dans les montagnes des mines de sel, qu'on appelle ici *sel gemme*, qui est aussi beau et aussi bon que le sel marin : je l'ai moi-même éprouvé, et l'ai trouvé beaucoup meilleur que le premier. *Histoire des Aventuriers Boucaniers. Paris*, 1686, *tome I, page* 84.

celles du Pérou (13), de la Californie (14), et jusque dans les terres Magellaniques (15).

---

(11) Derrière le cap d'Araya, en Amérique, qui est vis-à-vis de la pointe occidentale de la Marguerite, la Nature a placé une saline qui seroit utile aux navigateurs, si elle n'étoit pas trop éloignée du rivage; mais dans l'intérieur du golfe, le continent forme un coude près duquel est une autre saline, la plus grande peut-être qu'on ait connue jusqu'aujourd'hui; elle n'est pas à plus de trois cents pas du rivage, et l'on y trouve, dans toutes les saisons de l'année, un excellent sel, quoique moins abondant au tems des pluies. Quelques-uns croient que les flots de la mer, poussés dans l'étang par les tempêtes, et n'ayant point d'issues pour en sortir, y sont coagulés par l'action du soleil, comme il arrive dans les salines artificielles de France et d'Espagne; d'autres jugent que les eaux salées s'y rendent de la mer par des conduits souterrains, parce que le rivage paroît trop convexe pour donner passage aux flots; enfin d'autres encore attribuent aux terres mêmes une qualité saline, qu'elles communiquent aux eaux de pluie : ce sel est si dur, qu'on ne peut en tirer sans y employer des instrumens de fer. *Histoire générale des voyages, tome XIV, page 393.*

(12) Les indiens de cet isthme tirent leur sel de l'eau de la mer, qu'ils cuisent dans des pots de terre jusqu'à ce qu'elle soit évaporée, et que le sel reste au fond en forme de gâteau; ils en coupent à mesure qu'ils en ont besoin; mais cette voie est si longue

Il y a donc du sel dans presque tous les pays du monde (16), soit en masses solides à

---

qu'ils n'en peuvent pas faire en grande quantité ; et qu'ils l'épargnent beaucoup. *Voyage de Wafer, suite de Dampier, tome IV, page* 241. — Le sel minéral ou sel de pierre se trouve très-abondamment au Pérou ; il y a aussi dans la province de Lipes, une plaine de sel de plus de quarante lieues de longueur sur seize de largeur, à l'endroit le plus étroit. *Métallurgie d'Alphonse Barba, tome I, pages* 24 *et suivantes.*

(13) Le port de Punta, dans le corrégiment de Guayquil au Pérou, est si riche en salines, qu'il suffit seul pour fournir du sel à toute la province de Quito. *Histoire générale des voyages, tome XIII, page* 366 (*).

(14) Ce n'est pas de la mer qu'on tire le sel pour la Californie ; il y a des salines dont le sel est blanc et luisant comme du cristal, mais en même tems

(*) Le sel gemme est aussi abondant au Chili, où on le nomme *chadi.* Plusieurs montagnes de la chaîne des Andes appartenant au Copiapo et Coquimbo sont, suivant M. l'abbé Molina (*Histoire naturelle du Chili*) riches en sel gemme, disposé par couches ; il forme des cubes diaphanes, quelquefois coloriés de rouge, de jaune et de bleu. La terre qui couvre la surface de ces montagnes, est, pour la plupart, argilleuse. Ce sel, qui est de qualité excellente, n'est cependant en usage que chez les habitans les plus voisins de ces montagnes ; ceux qui en sont éloignés préfèrent le sel marin, qui se fait en grande quantité sur la côte. Dans les provinces méditerranées, on emploie généralement le sel des fontaines de Pehuenches. SONNINI.

l'intérieur de la terre, soit en poudre cristallisée à sa surface, soit en dissolution dans

---

si dur qu'on est souvent obligé de le rompre à grands coups de marteau. Il seroit d'un bon débit dans la nouvelle Espagne où le sel est rare. *M. Poncet, suite des Lettres édifiantes. Paris*, 1705, *cinquième recueil, page* 271.

(15) Vers le port Saint-Julien en Amérique, environ cinquante dégrés de latitude sud, le voyageur Narborough, vit en 1669 un marais qui n'avoit pas moins de deux milles de long, et sur lequel il trouva deux pouces d'épaisseur d'un sel très-blanc, qu'on auroit pris de loin pour un pavé fort uni : ce sel étoit également agréable au palais et à l'odorat. *Histoire générale des voyages, tome XI, page* 36. George Anson dit la même chose dans son Voyage autour du Monde, page 58.

(16) Les voyageurs nous disent qu'au pays d'Asem, aux Indes orientales, le sel naturel manque absolument, et que les habitans y suppléent par un sel artificiel. « Pour cet effet, ils prennent de grandes feuilles de la plante qu'on nomme aux Indes, *figuier d'Adam* : ils les font sécher, et après les avoir fait brûler, les cendres qui restent sont mises dans l'eau qui en adoucit l'âpreté ; on les y remue pendant dix à douze heures, après quoi l'on passe cette eau au travers d'un linge, et on la fait bouillir : à mesure qu'elle bout, le fond s'épaissit, et quand elle est consumée, on y trouve pour sédiment, au fond du vase, un sel blanc et assez

les eaux courantes ou stagnantes. Le sel en masse ou en poudre cristallisée, ne coûte que la peine de le tirer de sa mine, ou celle de le recueillir sur la terre; celui qui est dissous dans l'eau ne peut s'obtenir que par l'évaporation, et dans les pays où les matières combustibles sont rares, on peut se servir avantageusement de la chaleur du soleil, et même l'augmenter par des miroirs ardens, lorsque la masse de l'eau salée n'est pas considérable; et l'on a observé que les vents secs font autant, et peut-être plus d'effet que le soleil sur la surface des marais salans. On voit, par le témoignage de Pline, que les germains et les gaulois tiroient le sel des fontaines salées, par le moyen du feu (1); mais le bois ne leur coûtoit rien, ou

---

bon ; mais c'est-là le sel des riches, et les pauvres de ce pays en emploient d'un ordre inférieur. Pour le faire, on ramasse l'écume verdâtre qui s'élève sur les eaux dormantes et en couvre la superficie : on fait sécher cette matière, on la brûle, et les cendres qui en proviennent étant bouillies, il en vient une espèce de sel que le commun peuple d'Asem emploie aux mêmes usages que nous employons le nôtre ». *Académie des sciences de Berlin, année* 1745, *p.* 73.

(1) *Galliæ, Germaniæque ardentibus lignis aquam salsam infundunt.* Plin. lib. XXXI, cap. 1, sect. 39.

si peu qu'ils n'ont pas eu besoin de recourir à d'autres moyens ; aujourd'hui, et même depuis plus d'un siècle, on fait le sel en France par la seule évaporation, en attirant l'eau de la mer dans de grands terrains qu'on appelle des *marais salans*. M. Montel a donné une description très-exacte des marais salans de Pécais, dans le bas Languedoc (1) ; on peut en lire l'extrait dans la note

---

(1) Ces salines de Pécais sont situées à une lieue et demie d'Aigue-Mortes, dans une plaine dont l'étendue est d'environ une lieue et demie en tout sens : ce terrain est presque tout sabloneux et limoneux, mêlé avec un débris de coquillages que la mer y a jetés...... Ce terrain est coupé de canaux creusés exprès pour la facilité du transport des sels, qui ne se fait qu'en hiver ou dans des barques ; on le dépose dans le grand entrepôt pour le compte du roi......

On compte dix-sept salines dans tout le terrain de Pécais ; mais il n'y en a que douze qui soient en valeur, et toutes sont éloignées de la mer d'environ deux mille toises. Ce terrain de Pécais est plus bas que les étangs qui sont séparés de la mer par une plage, et qui communiquent avec elle par quelques ouvertures : il est aussi plus bas que le bras du Rhône qui passe à Saint-Gilles, dont on a tiré un canal qui arrive à Pécais ; il y a des digues, tant du côté de ce bras du Rhône que du côté des étangs, pour empêcher les inondations....

Toute l'eau dont on se sert dans les 12 salines,

Il y a de même des marais salans en Provence, dans lesquels on fait quelquefois

---

une seconde récolte de sel qui est fort inférieur à celui de la première.

Si dans l'espace de quatre mois, que dure toute la manœuvre de l'opération, il survient des pluies fréquentes, des vents de mer ou des orages, on fait une mauvaise récolte ; il faudroit toujours, pour bien réussir, un soleil ardent et un vent de nord ou nord-ouest.... Les inondations du Rhône, qui répandent des eaux douces sur le terrain des salines, font quelquefois perdre la récolte d'une année...

Suivant le règlement des gabelles, on doit ne laisser le sel en tas que pendant une année, pour lui faire perdre cette amertume et cette âcreté qu'on lui trouve lorsqu'il est récemment fabriqué ; mais il y reste bien plus long-tems ; car les propriétaires ne le vendent ordinairement aux fermiers généraux, qu'au bout de trois, quatre et quelquefois cinq ans ; au bout de ce tems, il est si dur qu'on ne peut le détacher qu'avec des pics de fer.

Dans les bonnes récoltes, on tire des salines de Pécais jusqu'à 513,000 minots de sel... On le vend au roi sur le pied de 42 livres 15 sous le gros muid, c'est-à-dire, 5 sous le minot pesant 100 livres.... Elles produisent au roi environ sept à huit millions par an....

Les bords des canaux qui conduisent l'eau dans les puits à roue, sont couverts de belles cristallisa-

deux

deux récoltes chaque année, parce que la chaleur et la sécheresse de l'été y sont plus

---

tions de sel, que l'on est obligé de détacher de tems en tems, parce qu'avec le tems elles intercepteroient le passage de l'eau.... La surface de l'eau qui coule au milieu du canal, est couverte d'une pellicule mince, qui est un indice pour connoître quand une dissolution de certains sels doit être mise à cristalliser....

La plaine de sel que l'on voit sur les compartimens, et dont la blancheur se fait apercevoir de loin, ne commence à paroître que dans les premiers jours de juin, tems où les eaux sont déjà prêtes à être conduites dans les puits à roue, et se soutient jusqu'au mois d'octobre ou de novembre. Dans certaines années, cette cristallisation ne dure pas si long-tems; tout dépend des pluies plus ou moins abondantes....

L'eau évaporée au point requis, à mesure qu'on l'élève par les seaux des puits à roue, se cristallise aux parois de ces seaux, sur-tout si le soleil est ardent et si le vent du nord règne; on est alors obligé d'y faire passer l'eau des étangs, ou de détacher deux fois par jour ces cristallisations, pour qu'elles ne remplissent pas toute la capacité du seau; mais ce dernier travail seroit trop pénible, et on préfère la première manœuvre. On sait que le sel marin a la propriété de grimper, dès qu'on lui présente quelque corps pendant qu'il se cristallise; c'est à cette propriété que sont dûes ces cristallisations

grandes; et comme la mer Méditerranée n'a ni flux ni reflux, il y a plus de sûreté et

---

auxquelles les ouvriers donnent toutes sortes de figures, comme de lacs-d'amour, de crucifix, d'étoiles, d'arbres, etc... Elles sont formées à l'aide de morceaux de bois auxquels le sel s'attache, en sorte qu'il prend la figure qu'on a donnée à ces morceaux de bois; toutes ces cristallisations sont des amas de cubes très-réguliers et d'une grosseur très-considérable....

On tire de l'écume, qui surnage les eaux salées que l'on fait passer aux tables, un sel qui est friable et très-blanc, et que l'on emploie à l'usage des salières dont on se sert pour la table; mais ce sel est plus amer que l'autre, parce qu'il contient du sel de glauber et du sel marin à base terreuse.... Ce sel de glauber se trouve en quantité dans l'eau de la mer que l'on puise sur nos côtes... Nous trouvions principalement le sel de glauber à la partie inférieure de la cristallisation ou de la masse totale des deux sels cristallisés; la raison en est que le sel de glauber étant très-soluble dans une moindre quantité d'eau que le sel marin, est entraîné au dessous de ce dernier sel par la dernière partie de l'eau qui reste avant l'entière dissipation. C'est par la même raison qu'on ne voit pas un atome de sel de glauber, dans ces belles cristallisations que le sel forme en grimpant, ni dans toutes les croûtes salines qui s'attachent aux puits à roue, etc... C'est ce sel de glauber et le sel marin à base terreuse, qui donnent

moins d'inconvéniens à établir des marais salans dans son voisinage que dans celui de

---

de l'amertume au sel nouvellement fabriqué, et qui s'en séparent ensuite, parce qu'ils sont très-solubles : lorsque le sel est pendant quelques années conservé en tas avant d'être mis dans les greniers du roi, il en est meilleur et plus propre à l'usage de nos cuisines....

Au moyen de ce que le sel de Pécais reste pendant trois, quatre ou cinq ans rassemblé en monceaux avant d'être vendu aux fermiers du roi, il se sépare de tout son sel de glauber et du sel marin à base terreuse, et devient enfin le sel le meilleur, le plus salant, le moins amer du royaume, et peut-être de l'Europe ; il est encore le plus dur, le plus beau, et celui qui est formé en plus gros cristaux, bien compacts et bien secs : par-là les surfaces qu'il présente à l'air, étant les plus petites possibles, il est très-peu sujet à l'influence de son humidité, tandis que les sels en neige qu'on tire par une forte évaporation sur le feu, soit de l'eau de la mer, soit des puits salans, comme en Franche-Comté, en Lorraine, etc., sont au contraire très-exposés, par leur état de corps rare, par la multiplication de leurs surfaces, à être pénétrés par l'humidité de l'air dont le sel marin se charge facilement ; ces sels formés sur le feu, contiennent d'ailleurs tout leur sel de glauber et beaucoup de sel marin à base terreuse, ou du moins une bonne partie ; celui de Bretagne et de Normandie les contient dans la même

l'Océan. Les seuls marais salans de Pécais, dit M. Montel, rapportent à la ferme générale sept ou huit millions par an : pour que la récolte du sel soit regardée comme bonne, il faut que la couche de sel produite par l'évaporation successive, pendant quatre à cinq mois, soit épaisse de deux pouces et demi ou trois pouces. Il est dit, dans la gazette d'agriculture : « Qu'en 1775, il y avoit plus de quinze cents hommes employés à recueillir et entasser le sel dans les marais de Pécais ; indépendamment de ces salines et de celles de Saint-Jean et de Roquemaure, où le sel s'obtient par industrie, il s'en forme tout naturellement des quantités mille fois plus considérables dans les marais qui

---

proportion où ils sont dans l'eau de la mer, car on y évapore jusqu'à dessiccation ; et celui de Franche-Comté et de Lorraine en contient une partie, quoiqu'on enlève le sel avant que toute la liqueur soit consumée sur les poëles....

Il faut au surplus que les ouvriers qui fabriquent le sel à Pécais, prennent garde que les tables ne manquent jamais d'eau pendant tout le tems de sa saunaison, parce que, selon eux, le sel s'échaufferoit et seroit difficile à battre ou à laver. *Mémoires de M. Montel, dans ceux de l'académie des sciences, année* 1763, *page* 441 *et suiv.*

s'étendent jusqu'auprès de Martigues, en Provence : l'imagination peut à peine se figurer la quantité étonnante de sel qui s'y trouve chaque année : *tous les hommes*, *tous les bestiaux de l'Europe ne pourroient la consommer en plusieurs années*, et il s'en forme à peu près autant tous les ans.

Pour garder, ce n'est pas dire conserver, mais bien perdre tout ce sel, il y aura une brigade de gardes à cheval, nommée dans le pays du nom sinistre de *brigade noire*, laquelle va campant d'un lieu à un autre, et envoyant journellement des détachemens de tous les côtés. Ces gardes ont commencé à camper vers la fin de mai ; ils resteront sur pied, suivant la coutume, jusqu'à ce que les pluies d'automne aient fondu et dissipé tout ce sel naturel (1) ».

On voit, par ce récit, qu'on pourroit épargner le travail des hommes, et la dépense des digues et autres constructions nécessaires au maintien des marais salans, si l'on vouloit profiter de ce sel que nous offre la Nature : il faudroit seulement l'entasser comme on entasse celui qui s'est déposé

(1) Gazette d'agriculture, du mardi 12 septembre 1775, *article* Paris.

dans les marais salans, et le conserver pendant trois ou quatre ans pour lui faire perdre son amertume et son eau superflue : ce n'est pas que ce sel trop nouveau soit nuisible à la santé, mais il est de mauvais goût, et tout celui qu'on débite au public dans les greniers à sel, doit, par les règlemens, avoir été facturé deux ou trois ans auparavant.

Malgré l'inconvénient des marées, on n'a pas laissé d'établir des marais sur l'Océan comme sur la Méditerranée, sur-tout dans le bas Poitou, le pays d'Aunis, la Saintonge, la Bretagne et la Normandie; le sel s'y fait de même par l'évaporation de l'eau marine: « Or, on facilite cette évaporation, dit M. Guettard, en faisant circuler l'eau autour de ces marais, et en la recevant ensuite dans des petits carrés qui se forment au moyen d'espèces de vannes; l'eau par son séjour s'y évapore plus ou moins promptement, et toujours proportionnellement à la force de la chaleur du soleil; elle y dépose ainsi le sel dont elle est chargée (1) ». Cet académicien décrit ensuite avec exactitude, les

(1) Mémoires de l'académie des sciences, année 1758, pages 99 et suiv.

salines de Normandie dans la baie d'Avranches, sur une plage basse où le mouvement de la mer se fait le moins sentir, et donne le tems nécessaire à l'évaporation ; voici l'extrait de cette description : On ramasse le sable chargé de ce dépôt salin, et cette récolte se fait pendant neuf ou dix mois de l'année ; on ne la discontinue que depuis la fin de décembre jusqu'au commencement d'avril.... On transporte ce sable mêlé de sel dans un lieu sec, où on en fait de gros tas en forme de spirale ; ce qui donne la facilité de monter autour pour les exhausser autant qu'on le juge à propos ; on couvre ces tas avec des fagots, sur lesquels on met un enduit de terre grasse pour empêcher la pluie de pénétrer.... Lorsqu'on veut travailler ce sable salin, on découvre peu à peu le tas, et à mesure qu'on enlève le sable, on le lave dans une fosse enduite de glaise bien battue, et revêtue de planches, entre les joints desquelles l'eau peut s'écouler ; on met dans cette fosse cinquante ou soixante boisseaux de ce sable salin, et on y verse trente ou trente-cinq seaux d'eau ; elle passe à travers le sable et dissout le sel qu'il contient ; on la conduit par des gouttières dans des cuves carrées, de trois

pieds, qui sont placées dans un bâtiment qui sert à l'évaporation; on examine avec une éprouvette si cette eau est assez chargée de sel; et si elle ne l'est pas assez, on enlève le sable de la fosse et on y en remet de nouveau. Lorsque l'eau se trouve suffisamment salée, on la transvase dans des vaisseaux de plomb, qui n'ont qu'un ou deux pouces de profondeur sur vingt-six pouces de longueur et vingt-deux de largeur; on place ces plombs sur un fourneau qu'on échauffe avec des fagots bien secs; l'évaporation se fait en deux heures; on remet alors de la nouvelle eau salée dans les vaisseaux de plomb, et on la fait évaporer de même. La quantité de sel que l'on retire en vingt-quatre heures, au moyen de ces opérations répétées, est d'environ cent livres dans trois vaisseaux de plomb, des dimensions ci-dessus: on donne d'abord un feu assez fort, et on le continue ainsi jusqu'à ce qu'il se forme une petite fleur de sel sur l'écume de cette eau; on enlève alors cet écume et on ralentit le feu. L'évaporation étant achevée, on remue le sel avec une pelle pour le dessécher; on le jette dans des paniers en forme d'entonnoir où il peut s'égoutter: ce sel, quoique

tiré par le moyen du feu et dans un pays où le bois est cher, ne se vend guère que trois livres dix sous les cinquante livres pesant (1). Il y a aussi en Bretagne soixante petites fabriques de sel par évaporation, tiré des vases et sables de la mer, dans lesquels on mêle un tiers de sel gris pour le purifier, et porter les liqueurs à quinze sur cent.

On fait aussi du sel en grand dans quelques cantons de cette même province de Bretagne; on tire des marais salans de la baie de Bourneuf, seize ou dix-sept mille muids de sel, et l'on estime que ceux de Guérande et du Croisic, produisent, année commune, environ vingt-cinq mille muids (2).

En Franche-Comté, en Lorraine et dans plusieurs autres contrées de l'Europe et des autres parties du monde, le sel se tire de l'eau des fontaines salées. M. de Montigny, de l'académie des sciences, a donné une bonne description des salines de la Franche-

(1) Voyez le mémoire de M. Guettard, depuis la page 99 jusqu'à 116.

(2) Observations d'histoire naturelle, par M. le Monnier, tome IV, page 432.

Comté, et du travail qu'elles exigent; voici l'extrait de ses observations : « Les eaux, dit M. de Montigny, de tous les puits salés, tiennent en dissolution, avec le sel marin ou sel gemme, des gypses ou sélénites gypseuses, des sels composés de l'acide vitriolique engagé dans une base terreuse, du sel de glauber, des sels déliquescens, composés de l'acide marin engagé dans une base terreuse; une terre alkaline très-blanche que l'on sépare du sel gemme, lorsqu'on le tient long-tems en fusion dans un creuset; enfin une espèce de glaise très-fine, et quelques parties grasses, bitumineuses, ayant une forte odeur de pétrole. Toutes ces eaux portent un principe alkalin surabondant ... Elles ne sont point mêlées de vitriols métalliques....

» Les sels en petits grains, ainsi que les sels en pains, se sont également trouvés chargés d'un alkali terreux... Ainsi ces sels ne sont pas comme le sel marin dans un état de neutralité parfaite.

» Le sel à gros grains de Montmorot, est le seul que nous avons trouvé parfaitement neutre... Ce sel à gros grains est tiré des mêmes eaux que le sel à petits grains, mais il est formé par une évaporation beaucoup

plus lente ; il vient en cristaux plus gros, très-réguliers, et en même tems beaucoup plus purs.... Si les eaux des fontaines salées ne contenoient que du sel gemme en dissolution, l'évaporation de ces eaux, plus lente ou plus prompte, n'influeroit en rien sur la pureté du sel... On ne peut donc séparer les matières étrangères de ces sels de Franche-Comté, que par une très-lente évaporation ; et cependant c'est avec les sels à petits grains, faits par une très-prompte évaporation, que l'on fabrique tous les sels en pains, dont l'usage est général dans toute la Franche-Comté... On met les pains de sel qu'on vient de fabriquer, sur des lits de braises ardentes où il restent pendant vingt-cinq, trente et même quarante heures, jusqu'à ce qu'ils aient acquis la sécheresse et la dureté nécessaires pour résister au transport (1)... Le

---

(1) *Nota.* Nous devons observer que cette pratique de mettre le sel à l'exposition du feu pour le durcir, est très-préjudiciable à la pureté et à la qualité du sel :

1° Parce que, pour mouler le sel, il faut qu'il soit humecté de son eau mère, que le feu ne fait que dessécher, en aglutinant la masse saline, et cette eau mère est une partie impure qui reste dans le sel.

2° Une partie du gypse se décompose, son acide

mélange de sel de glauber, de gypse, de bitume et de sel marin à base terreuse, qui vient par la réduction de ces eaux, est d'une amertume inexprimable...

» La saveur et la qualité du sel marin sont fort altérées par le mélange du gypse, lorsque les eaux ne reçoivent pas assez de chaleur pour en opérer la séparation, et la quantité du gypse est fort considérable dans les eaux de Salins... Le gypse de Salins rend le sel d'un blanc opaque, et le gypse de Montmorot lui donne sa couleur grise.... Lorsque les eaux sont foibles en salure, comme celles de Montmorot, on a trouvé le moyen de les concentrer par une méthode ingénieuse (1), et qui multiplie l'évaporation sans feu ».

---

vitriolique agit sur la base du sel marin, le dénature et le rend amer.

3°. Le sel marin le plus pur reçoit une altération très-sensible par la calcination ; il devient plus caustique ; une partie de l'acide s'en dissipe et laisse une base terreuse, qui procède de la décomposition de l'alkali minéral. La décomposition du sel est si sensible, que l'on ne peut rester dans les étuves du grillage, à cause des vapeurs acides qui affectent la poitrine et les yeux.

(1) Des pompes mues par un courant d'eau, élèvent

Ces fontaines salées de la Franche-Comté, qui fournissent du sel à toute cette province et à une partie de la Suisse, ne sont pas plus abondantes que celles qui se trouvent en Lorraine, et qui s'exploitent dans les petites villes de Dieuze, Moyenvic et Château-Salins, toutes situées le long de la vallée qu'arrose la rivière de Seille. A Rosières, dans la même province, étoit une saline

---

les eaux salées dans des réservoirs placés au haut d'un vaste hangar, long et étroit, d'où on les fait tomber par gouttes, au moyen de plusieurs files de robinets, sur des lits d'épines accumulés jusqu'à la hauteur d'environ dix-huit pieds; l'eau répandue en lames très-déliées, et divisée presque à l'infini sur tous les branchages des épines, est reçue dans un vaste bassin formé de planches de sapin, qui sert de base à tout le hangar; de ce bassin, les mêmes eaux sont relevées et reportées par d'autres pompes dans le réservoir supérieur : on les fait ainsi passer et repasser à plusieurs reprises sur les épines; ce qui fait qu'elles deviennent de plus en plus salées... Et lorsqu'elles ont acquis onze à douze dégrés de salure, c'est-à-dire, lorsqu'elles sont en état de rendre environ douze livres de sel par cent livres d'eau, on les fait couler dans les poëles de la saline pour les évaporer au feu, et dans cet état, les eaux de Montmorot sont encore inférieures en salure, au dégré naturel des eaux de Salins. *Mémoires de M. de Montigny, dans ceux de l'académie des sciences, année* 1762, *page* 118.

seule évaporation auroit suffi pour le tarir: ce lac ne reçoit point de rivière, il faut donc nécessairement qu'il sorte de son fond des sources d'eau salée pour l'entretenir (1) ».

En d'autres pays, où la Nature moins libérale que chez nous, est en même tems moins insultée, et où on laisse aux habitans la liberté de recueillir et de solliciter ses bienfaits, on a su se procurer, et pour ainsi dire, créer des sources salées, là où il n'en existoit pas, en conduisant par de grands et ingénieux travaux, des cours d'eau à travers des couches de terre ou de pierres imbues ou imprégnées de sel, que ces eaux dissolvent et dont elles sortent chargées. C'est à M. Jars que nous devons la connoissance et la description de cette singulière exploitation qui se fait dans le voisinage de la ville de Halle en Tirol. « Le sel, dit-il, est mélangé dans cette mine avec un rocher de la nature de l'ardoise, qui en contient dans tous ses lits ou divisions... Pour extraire le sel de cette masse, on commence par ouvrir une galerie, en partant d'un endroit

---

(1) Mémoires sur la minéralogie du Dauphiné, tome I, pages 180 et suiv.

où le rocher est ferme, et on l'avance d'une vingtaine de toises; ensuite on en fait une seconde de chaque côté d'environ dix toises, et d'autres encore qui leur sont parallèles; de sorte qu'il ne reste dans cet espace que des piliers distans les uns des autres de cinq pieds, et qui ont à peu près les mêmes dimensions en carré, sur six pieds de hauteur, qui est celle des galeries. Pendant qu'on travaille à ces excavations, d'autres ouvriers sont occupés à faire des mortoises ou entailles de chaque côté de la galerie principale, qui a été commencée dans le rocher ferme, pour y placer des pièces de bois, et y former une digue qui serve à retenir l'eau; et dans la partie inférieure de cette digue on laisse une ouverture pour y mettre une bonde ou un robinet. Lorsque le tout est exactement bouché, on y fait arriver de l'eau douce par des tuyaux qui partent du sommet de la montagne; peu à peu le sel se dissout à mesure que l'eau monte dans la galerie.... Dans quelques-unes des excavations de cette mine, l'eau séjourne cinq, six et même douze mois avant que d'être saturée; ce qui dépend de la richesse de la veine de sel, et de l'étendue de l'excavation... Ce n'est que quand l'eau

est entièrement saturée, que l'on ouvre les robinets des digues, pour la faire couler et la conduire par des tuyaux de bois jusqu'à Halle, où sont les chaudières d'évaporation (1) ».

Dans les contrées du nord où l'eau de la mer se glace, on pourroit tirer le sel de cette eau, en la recevant dans des bassins peu profonds; et la laissant exposée à la gelée, le sel abandonne la partie qui se glace, et se concentre dans la portion inférieure de l'eau, qui, par ce moyen assez simple, se trouve beaucoup plus salée qu'elle ne l'étoit auparavant.

Il semble que la Nature ait pris elle-même le soin de combiner l'acide et l'alkali, pour former ce sel qui nous est le plus utile, le plus nécessaire de tous, et qu'elle l'ait en même tems accumulé, répandu en immense quantité sur la terre et dans toutes les mers; l'air même est imprégné de ce sel; il entre dans la composition de tous les êtres organisés; il plaît au goût de l'homme et de tous les animaux; il est aussi reconnoissable par sa figure, que recommandable par sa qua-

---

(1) Voyages métallurgiques, tome III, pages 328 et 329.

lité ; il se cristallise plus facilement qu'aucun autre sel, et ses cristaux sont des cubes presque parfaits (1) ; il est moins soluble que plusieurs autres sels, et la chaleur de l'eau, même bouillante, n'augmente que très-peu sa solubilité ; néanmoins il attire si puissamment l'humidité de l'air, qu'il se réduit en liqueur si on le tient dans des lieux très-humides ; il décrépite sur le feu par l'effort de l'air qui se dégage alors de ses cristaux dont l'eau s'évapore en même tems ; et cette eau de cristallisation qui dans certains sels, comme l'alun, paroît faire plus de la moitié de la masse saline, n'est dans le sel marin qu'en petite quantité ; car en le faisant calciner et même fondre à un feu violent, il n'éprouve aucune décomposition, et forme une masse opaque et blanche, également saline et du même poids à peu près (2) qu'avant la fusion ; ce qui prouve qu'il ne perd au feu que de l'air, et qu'il contient très-peu d'eau.

---

(1) Les grains figurés en trémies, sont de petits cubes groupés les uns contre les autres.

(2) Le sel marin ne perd qu'un huit-centième de son poids par la calcination.

Ce sel qui ne peut être décomposé par le feu, se décompose néanmoins par les acides vitrioliques et nitreux, qui ayant plus d'affinité avec son acide, s'en saisissent et lui font abandonner sa base alkaline; autre preuve que les trois acides, vitriolique, nitreux et marin, sont de la même nature au fond, et qu'ils ne diffèrent que par les modifications qu'ils ont subies. Aucun de ces trois acides ne se trouve pur dans le sein de la terre; et lorsqu'on les compare, on voit que l'acide marin ne diffère du vitriolique, qu'en ce qu'il est moins pesant et plus volatil, qu'il saisit moins fortement les substances alkalines, et qu'il ne forme presque toujours avec elles que des sels déliquescens; il ressemble à l'acide nitreux par cette dernière propriété, qui prouve que tous deux sont plus foibles que l'acide vitriolique dont on peut croire qu'ils se sont formés, en ne perdant pas de vue leur première origine qu'il ne faut pas confondre avec leur formation secondaire et leur conversion réciproque. L'acide aérien a été le premier formé; il n'est composé que d'air et de feu: ces deux élémens, en se combinant avec la terre vitrifiée, ont d'abord produit l'acide

vitriolique; ensuite l'acide marin s'est produit par leur combinaison avec les matières calcaires, et enfin l'acide nitreux a été formé par l'union de ce même acide aérien avec la terre limoneuse et les autres débris putréfiés des corps organisés.

Comme l'acide marin est plus volatil que le nitreux et le vitriolique, on ne peut le concentrer autant; il ne s'unit pas de même avec la matière du feu, mais il se combine pleinement avec les alkalis fixe et volatil; il forme avec le premier le sel marin, et avec le second un sel très-piquant, qui se sublime par la chaleur.

Quoique l'acide marin ne soit qu'un foible dissolvant, en comparaison des acides vitriolique et nitreux, il se combine néanmoins avec l'argent et avec le mercure; mais sa propriété la plus remarquable, c'est qu'étant mêlé avec l'acide nitreux, ils font ensemble ce que l'acide vitriolique ne peut faire; ils dissolvent l'or qu'aucun autre dissolvant ne peut entamer; et quoique l'acide marin soit moins puissant que les deux autres, il forme néanmoins des sels plus corrosifs avec les substances métalliques; il les dissout presque toutes avec le tems, sur-tout lorsqu'il est

aidé de la chaleur, et il agit même plus efficacement sur leurs chaux que les autres acides.

Comme toute la surface de la terre a été long-tems sous les eaux, et que c'est par les mouvemens de la mer qu'ont été formées toutes les couches qui enveloppent le noyau du globe fondu par le feu, il a dû rester, après la retraite des eaux, une grande quantité des sels qui y étoient dissous; ainsi, les acides de ces sels doivent être universellement répandus : on a donné le nom d'*acide méphitique* à leurs émanations volatiles; cet acide méphitique n'est que notre acide aérien, qui, sous la forme d'air fixe, se dégage des sels, et enlève une petite quantité de leur acide particulier auquel il étoit uni par l'intermède de l'eau; aussi cet acide se manifeste-t-il dans la plupart des mines, sous la forme de *mouffette suffocante*, qui n'est autre chose que de l'air fixe stagnant dans ces profonds souterrains : et ce phénomène offre une nouvelle et grande preuve de la production primitive de l'acide aérien, et de sa dispersion universelle dans tous les règnes de la Nature. Toutes les matières minérales en effervescence, et toutes les

substances végétales ou animales en fermentation, peuvent donc produire également de l'acide méphitique; mais les seules matières animales et végétales en putréfaction produisent assez de cet acide pour donner naissance au sel de nitre.

NITRE (1).

L'ACIDE nitreux est moins fixe que l'acide vitriolique, et moins volatil que l'acide marin; tous trois sont toujours fluides, et on ne les trouve nulle part dans un état concret, quoiqu'on puisse amener à cet état l'acide vitriolique, en le concentrant par une chaleur violente; mais il se résout bientôt en liqueur dès qu'il est refroidi. Cet acide ne prend point de couleur au feu, et il y reste blanc; l'acide marin y devient jaune, et l'acide nitreux paroît d'abord verd, mais sa vapeur en se mêlant avec l'air devient rouge, et il prend lui-même cette couleur rouge par une forte concentration; cette vapeur que l'acide

(1) L'on a vu à l'article des alkalis, que les anciens appeloient *nitre* la substance alkaline, connue sous le nom de *natron*. — *Nitrum terrâ mineralisatum. Terra nitrosa.* Waller. — *Nitrum humosum.* Lin. — *Nitre ou salpêtre. Nitrate de potasse.* Daubenton, *Tabl. méthod. des min.*

SONNINI.

nitreux exhale, a de l'odeur et colore la partie vuide des vaisseaux de verre, dans lesquels on le tient renfermé; comme plus volatil, il est aussi moins pesant que l'acide vitriolique, qui pèse plus du double de l'eau, tandis que la pesanteur spécifique de l'acide nitreux n'est que de moitié plus grande que celle de l'eau pure.

Quoique plus foible à certains égards que l'acide vitriolique, l'acide nitreux ne laisse pas que de le vaincre à la distillation, en le séparant de l'alkali. Or, l'acide vitriolique ayant plus d'affinité que l'acide nitreux avec l'alkali, comment se peut-il que cet alkali lui soit enlevé par ce second acide? Cela ne prouve-t-il pas que l'acide aérien réside en grande quantité dans l'acide nitreux, et qu'il est la cause médiate de cette décomposition opposée à la loi commune des affinités?

On peut enlever à tous les sels l'eau qui est entrée dans leur cristallisation, et sans laquelle leurs cristaux ne se seroient pas formés; cette eau, ni la forme en cristaux, ne sont donc point essentielles aux sels, puisqu'après en avoir été dépouillés, ils ne sont point décomposés, et qu'ils conservent toutes leurs propriétés salines. Le

nitre seul se décompose lorsqu'on le prive de cette eau de cristallisation ; et cela démontre que l'eau, ainsi que l'acide aérien, entrent dans la composition de ce sel, non seulement comme parties intégrantes de sa masse, mais même comme parties constituantes de sa substance, et comme élémens nécessaires à sa formation.

Le nitre est donc de tous les sels le moins simple ; et quoique les chymistes aient abrégé sa définition en disant que c'est un sel composé d'acide nitreux et d'alkali fixe végétal, il me paroît que c'est non seulement un composé, mais même un surcomposé de l'acide aérien par l'eau, la terre et le feu fixe des substances animales et végétales exaltées par la fermentation putride ; il réunit les propriétés des acides minéraux, végétaux et animaux ; quoique moins fort que l'acide vitriolique par sa qualité dissolvante, il produit d'autres plus grands effets ; il semble même augmenter la force du plus puissant des élémens, en donnant au feu plus de violence et plus d'activité.

L'acide nitreux attaque presque toutes les matières métalliques ; il dissout avec autant de promptitude que d'énergie, toutes les substances calcaires et toutes les terres

mêlées des détrimens des végétaux et des animaux ; il forme avec presque toutes des sels déliquescens. Il agit aussi très-fortement sur les huiles, et même il les enflamme lorsqu'il est bien concentré ; mais en l'affoiblissant avec de l'eau et l'unissant à l'huile, il forme des sels savoneux ; et en le mêlant dans cet état aqueux avec l'esprit de vin, il s'adoucit au point de perdre presque toute son acidité ; et l'on en peut faire une liqueur éthérée, semblable à l'éther qui se fait avec l'esprit de vin et l'acide vitriolique. Ce dernier acide peut prendre une forme concrète à force de concentration ; l'acide nitreux plus volatil reste toujours liquide et s'exhale continuellement en vapeurs ; il attire l'humidité de l'air, mais moins fortement que l'acide vitriolique : il en est de même de l'effet que ces deux acides produisent en les mêlant avec l'eau ; la chaleur est plus forte et le bouillonnement plus grand par le vitriolique que par le nitreux ; celui-ci est néanmoins très-corrosif, et ce qu'on appelle *eau forte* n'est que ce même acide nitreux, affoibli par une certaine quantité d'eau.

Cet acide, ainsi que tous les autres, provient originairement de l'acide aérien, et

il semble en être plus voisin que les deux autres acides minéraux ; car il est évidemment uni à une grande quantité d'air et de feu ; la preuve en est que l'acide nitreux ne se trouve que dans les matières imprégnées des déjections ou des débris putréfiés des végétaux et des animaux, qui contiennent certainement plus d'air et de feu qu'aucun des minéraux ; ce n'est qu'en unissant ces acides minéraux avec l'acide aérien, ou avec les substances qui en contiennent, qu'on peut les amener à la forme d'acide nitreux ; par exemple, on peut faire du nitre avec de l'acide vitriolique et de l'urine (1) ; et de même l'acide sulfureux volatil, qui n'est que l'acide vitriolique uni avec l'air et le feu, approche autant de la nature de l'acide nitreux qu'il s'éloigne de celle de l'acide vitriolique, duquel néanmoins il ne diffère que par ce mélange qui le rend volatil, et lui donne l'odeur du

---

(1) M. Pietch, dans une dissertation couronnée par l'académie de Berlin, en 1749, assure qu'ayant imbibé d'urine et d'acide vitriolique une pierre calcaire, et l'ayant laissée exposée quelque tems à l'air, il l'a trouvée après cela toute remplie de nitre. *Elémens de chymie, par M. de Morveau, t. II, p.* 126.

soufre qui brûle. De plus, l'acide nitreux et l'acide sulfureux se ressemblent encore, et diffèrent de l'acide vitriolique en ce qu'ils altèrent beaucoup plus les couleurs des végétaux que l'acide vitriolique, et que les cristallisations des sels qu'ils forment avec l'alkali, se ressemblent entre elles autant qu'elles diffèrent de celle du tartre vitriolé (1).

Tout nous porte donc à croire que l'acide nitreux est moins simple et plus surchargé d'air et de feu que tous les autres acides; que même, comme nous l'avons dit, ce sel est un surcomposé de feu et d'air accumulés et concentrés avec une petite portion d'eau et de terre, par le travail profond et la chaleur intime de l'organisation animale et végétale; qu'enfin ces mêmes élémens y sont exaltés et développés par la fermentation putride.

De tous les sels le nitre est celui qui se dissout, se détruit et s'évanouit le plus complettement et le plus rapidement, et toujours avec une explosion qui démontre le combat intestin et la puissante expan-

---

(1) Dictionnaire de chymie, par M. Macquer, tome I, article *acide nitreux*.

sion des fluides élémentaires qui s'écartent et se fuient à l'instant que leurs liens sont rompus.

En présentant le phlogistique, c'est-à-dire, le feu animé par l'air à l'acide vitriolique, le feu, comme nous l'avons dit, se fixe par cet acide, et il en résulte une nouvelle substance qui est le soufre. En présentant de même le phlogistique à l'acide du nitre, il devroit, suivant l'ingénieuse idée de Stahl, se former un soufre nitreux; mais tel est l'excès du feu renfermé dans cet acide, que le soufre s'y détruit à l'instant même qu'il se forme, la moindre accession d'un nouveau feu suffisant pour le dégager de ses liens et le mettre en explosion.

Cette détonation du nitre est le plus terrible phénomène que la Nature, sollicitée par notre art, ait jusqu'ici manifesté. Si le feu de Prométhée fut dérobé aux cieux, celui-ci semble pris au Tartare; portant par-tout la ruine et la mort, combiné par un génie funeste, ou plutôt soufflé par le démon de la guerre, il est devenu le grand instrument de la destruction des hommes et de la dévastation de la terre.

Ce redoutable effet du nitre enflammé, est causé par la propriété qu'il a de s'allumer

en un instant dans toutes les parties de sa masse, dès qu'elles peuvent être atteintes par la flamme. La surabondance de son propre feu n'attend que le plus léger contact de cet élément pour s'y réunir, en rompant ses liens avec une force et une violence à laquelle rien ne peut résister. L'inflammation de la première particule communiquant son feu à celles qui l'avoisinent, et ainsi de proche en proche dans toute la masse, avec une inconcevable rapidité, et dans un instant, pour ainsi dire, indivisible; la somme de toutes ces explosions simultanées forme la détonation totale, d'autant plus redoutable qu'elle est plus renfermée, et que les résistances qu'on lui oppose sont plus grandes; car c'est encore une des propriétés particulières du nitre, et qui décèle de plus en plus sa nature ignée et aérienne, que de brûler et de détonner en vaisseaux clos, et sans avoir besoin, comme toute autre matière combustible, du contact et du ressort de l'air libre.

La plus grande force de la poudre à canon tient donc à ce que tout son nitre s'enflamme, et s'enflamme à la fois, ou dans le plus petit tems possible: or, cet effet dépend d'abord de la pureté du nitre,

et ensuite de la proportion et de l'intimité de son mélange avec le soufre et le charbon, destinés à porter l'inflammation sur toutes les parties du nitre. L'expérience a fait connoître que la meilleure proportion de ce mélange pour faire la poudre à canon, est de soixante-quinze parties de nitre, sur quinze parties et demie de soufre, et neuf parties et demie de charbon; néanmoins le charbon et le soufre ne contribuent pas par eux-mêmes à l'explosion du nitre; ils ne servent dans la composition de la poudre qu'à porter et communiquer subitement le feu à toutes les parties de sa masse; et même l'on pourroit dans le mélange supprimer le charbon, et ne se servir que du soufre pour porter la flamme sur le nitre; car M. Beaumé dit avoir fait de très-bonne poudre à canon par cette seule mixtion du soufre et du nitre.

Comme cet usage du nitre ou salpêtre n'est malheureusement que trop universel, et que la Nature semble s'être refusée à nous offrir ce sel en grande quantité, on a cherché des moyens de s'en procurer par l'art, et ce n'est que de nos jours qu'on a tâché de perfectionner la pratique de ces procédés; c'est l'objet du prix annoncé pour l'année prochaine,

prochaine (1) par l'Académie des sciences, sur les nitrières artificielles. Ces recherches auront sans doute pour point de vue, d'exposer au libre contact de l'air, sous le plus de surface possible, et dans un dégré de température et d'humidité convenables à la fermentation, un mélange proportionné de matières végétales et animales en putréfaction. Les substances animales produisent, à la vérité, du nitre en plus grande abondance que les matières végétales; mais ce nitre formé par la putréfaction des animaux est à base terreuse et sans alkali fixe, et les végétaux putréfiés, ou les résidus de leur combustion, peuvent seuls fournir au nitre cette base d'alkali fixe.

On obtiendra donc du bon nitre toutes les fois qu'on exposera au contact et à l'impression de l'air, des matières végétales et animales en putréfaction, soit en les mêlant avec des terres et des pierres poreuses, suivant le procédé que nous indique la Nature, en nous offrant le nitre produit dans les plâtras et les craies; soit en projetant ces matières sur des fagots ou fascines, ainsi que le propose M. Macquer; supposé néan-

(1) Ceci a été écrit dans l'année 1781.

moins que ce mélange soit entretenu dans le dégré de température et d'humidité nécessaires pour soutenirla ferme ntation putride; car cette dernière circonstance n'est pas moins essentielle que le concours de l'air, pour la production du nitre, même de celui qui se forme naturellement.

La Nature n'a point produit de nitre en masse; il semble qu'elle ait, comme nous, besoin de tout son art pour former ce sel; c'est par la végétation qu'elle le travaille et le développe dans quelques plantes, telles que les *boraginées*, les *soleils*, *etc.*, et il est à présumer que ces plantes dans lesquelles le nitre est tout formé, le tirent de la terre et de l'air avec la sève; car l'acide aérien réside dans l'atmosphère et s'étend à la surface de la terre; il devient acide nitreux, en s'unissant aux élémens des matières animales et végétales putréfiées, et il se formeroit du nitre presque par-tout, si les pluies ne le dissolvoient pas à mesure qu'il se produit; aussi l'on ne trouve du nitre en nature et en quantité sensible que dans quelques endroits des climats secs et chauds, comme en Espagne et en Orient (1), et dans le nouveau con-

(1) En revenant du mont Sinaï à Suez, nous fûmes

tinent, au Pérou (2), sur des terrains de tout tems incultes, où la putréfaction des

---

coucher dans un vallon dont toute la terre étoit si couverte de nitre qu'il sembloit qu'il eût neigé; au milieu passoit un ruisseau dont les eaux en avoient le goût. *Voyages de Monconys. Lyon*, 1645, *p.* 248...

La plupart du salpêtre qui se vend à Guzarate, vient d'un endroit à 60 lieues d'Agra, et on le tire des terres qui ont été long-tems en friche. La terre noire et grasse est celle qui en rend le plus, quoique l'on en tire aussi d'autres terres, et on le fait en la manière suivante : Ils font des fosses qu'ils remplissent de terre salpêtreuse, et y font couler par une rigole, autant d'eau qu'il faut pour la détremper, à quoi ils emploient les pieds, en la démêlant jusqu'à ce qu'elle devienne comme de la bouillie : quand ils croient que l'eau a attiré à elle tout le salpêtre qui étoit dans la terre, ils en prennent la partie la plus claire et la mettent dans une autre fosse, où elle s'épaissit; et alors ils le font cuire dans des poëles, comme le sel, en l'écumant incessamment, et après cela ils le mettent dans des pots de terre, où le reste de la lie va au fond; et quand l'eau commence à se geler, ils la tirent de ces pots pour la faire sécher au soleil, où il achève de se durcir et de prendre la forme en laquelle on l'apporte en Europe. *Voyages de Mandeslo, suite d'Olearius, tome II, page* 230.

Le salpêtre vient en quantité d'Agra et de Patna, ville de Bengala, et le raffiné coûte trois fois plus que celui qui ne l'est pas. Les hollandais ont établi au

ou trois lignes d'épaisseur; il est semblable à celui que l'on recueille sur les parois des vieux murs en les balayant légèrement avec un houssoir, d'où lui vient le nom de *salpêtre de houssage*; c'est par la même raison que l'on trouve des couches de salpêtre naturel sur la craie et sur le tuf calcaire, dans les endroits caverneux, où ces terres sont à l'abri des pluies, et j'en ai moi-même recueilli sous des voûtes et dans les cavités des carrières de pierre calcaire où l'eau avoit pénétré et entraîné ce sel qui s'étoit formé à la surface du terrain. Mais rien ne prouve mieux la nécessité du concours de l'acide aérien, pour la formation du nitre, que les observations de M. le duc de la Rochefoucault, l'un de nos plus illustres et plus savans académiciens; il les a faites sur le terrain de la montagne de la *Roche-Guyon*, située entre Mantes et Vernon; cette montagne n'est qu'une masse de craie, dans

---

caire. Il faut cependant se garder de prendre pour du nitre tout le sel que les habitans donnent pour tel; car on y observe encore le natron ou le sel alkali terreux, uni au sel marin, et quelquefois à l'alkali volatil, qu'ils donnent également pour du nitre. *Molina, Histoire naturelle du Chili, page* 59.

SONNINI.

laquelle on a pratiqué quelques habitations où l'on a trouvé et recueilli du nitre en efflorescence et quelquefois cristallisé. Cela n'a rien d'extraordinaire, puisque ces lieux étoient habités par les hommes et les animaux : aussi M. le duc de la Rochefoucault s'est-il attaché à reconnoître si la craie de l'intérieur de la montagne contenoit du nitre, comme en contiennent ses cavités et sa surface ; et il s'est convaincu par des observations exactes et appuyées d'expériences décisives, que ni le nitre ni l'acide nitreux n'existent dans la craie qui n'a pas été exposée aux impressions de l'air, et il prouve par d'autres expériences que cette seule impression de l'air suffit pour produire l'acide nitreux dans la craie. Voilà donc évidemment l'acide nitreux ramené à l'acide aérien ; car l'alkali végétal qui sert de base au nitre, est tout aussi évidemment produit par la décomposition putride des végétaux, et c'est par cette raison qu'on trouve du nitre tout formé dans la terre végétale et sur la surface spongieuse de la craie, des tufs et des autres substances calcaires (1) ; mais en

(1) En Normandie, du côté d'Evreux, près du château de M. le duc de Bouillon, il y a une fa-

général le salpêtre naturel n'est nulle part assez abondant pour qu'on puisse en ramasser une grande quantité; et pour y suppléer, on est obligé d'avoir recours à l'art; une simple lessive suffit pou le tirer de ces terres où il se forme naturellement; les matières qui en contiennent le plus sont les terres crétacées et sur-tout les débris des mortiers et des plâtres qui ont été employés dans les bâtimens, et cependant on n'en extrait guère qu'une livre par quintal; et comme il s'en fait une prodigieuse consommation, on a cherché à combiner les matières et les circonstances nécessaires pour augmenter et accélérer la formation de ce sel.

En Prusse et en Suède, on fait du salpêtre en amoncelant, par couches alternatives, du gazon, des cendres, de la chaux et du chaume (1); on délaie ces trois premières

---

brique de salpêtre entretenue par la lixiviation des raclures de la craie des rochers, que l'on ratisse sept à huit fois par an.

(1) Sur quoi un physicien (M. Tronson du Coudray, *Journal de physique, mai* 1772) a remarqué que l'addition de la chaux produisoit un mauvais effet dans

matières avec de l'urine et de l'eau-mère de salpêtre; on arrose de tems en tems d'urine, les couches qui forment ce monceau qu'on établit sous un hangar à l'abri de la pluie; le salpêtre se forme et se cristallise à la surface du tas en moins d'un an, et on assure qu'il s'en produit ordinairement pendant dix ans. Nous avons suivi cette méthode en France, et on pourra peut-être la perfectionner (1); mais jusqu'à ce jour on a cherché le salpêtre dans toutes les habitations des hommes et des animaux, dans les caves, les écuries, les étables et dans les autres lieux humides et couverts; c'est une grande incommodité pour les habitans

---

cette extraction de salpêtre; des particules calcaires se mêlant dans sa cristallisation, et le rendant moins pur et plus déliquescent; mais nous ne serons pas également du même avis que ce physicien, sur l'inutilité prétendue des cendres dans la lessive des plâtras, puisqu'il déclare lui-même que la quantité des sels obtenue de plus en soustrayant les cendres, n'étoit que des sels déliquescens. *Voyez le Journal de physique, cité.*

(1) Il y a quatorze ou quinze nitrières artificielles nouvellement établies en Franche-Comté, plusieurs en Bourgogne, et quelques-unes dans d'autres provinces.

de la campagne, et même pour ceux des villes, et il est fort à desirer que les nitrières artificielles puissent suppléer à cette recherche, plus vexatoire qu'un impôt.

Après avoir recueilli les débris et les terres où le salpêtre se manifeste, on mêle ces matières avec des cendres, et on lessive le mélange par une grande quantité d'eau; on fait passer cette eau déjà chargée de sel, sur de nouvelles terres toujours mêlées de cendres, jusqu'à ce qu'elle contienne douze livres de matière saline sur cent livres d'eau; ensuite on fait bouillir ces eaux pour les réduire par l'évaporation, et on obtient le nitre qui se cristallise par le refroidissement. Au lieu de cendres on pourroit mêler de la potasse avec les terres nitreuses, car la cendre des végétaux n'agit ici que par son sel, et la potasse n'est que le sel de cette cendre.

Au reste, la matière saline dont les eaux sont chargées jusqu'à douze pour cent (1),

(1) La quantité de salpêtre tenue en dissolution, est absolument relative au dégré de température de l'eau, et même avec des différences très-considérables; il résulte des expériences de M. Tronson du Coudray, qu'il faut huit livres d'eau pour dissoudre, à froid,

est un mélange de plusieurs sels, et particulièrement de sel marin combiné avec différentes bases; mais, comme ce sel se précipite et se cristallise le premier, on l'enlève aisément, et on laisse le nitre qui est encore en dissolution, se cristalliser lentement; il prend alors une forme concrète, et on le sépare du reste de la liqueur; mais comme après cette première cristallisation elle contient encore du nitre, on la fait évaporer et refroidir une seconde fois, pour obtenir le surplus de ce sel, qui se manifeste de même en cristaux; après quoi il ne reste que l'eau mère, dont les sels ne peuvent plus se cristalliser (1); mais ce nitre n'est pas encore assez pur pour en faire de la poudre à canon; il faut le dissoudre et le

---

une livre de salpêtre à la température de 3 dégrés au dessus de la glace; mais que trois livres d'eau suffisent pour dissoudre ce même poids dans un air tempéré: par les grandes chaleurs de l'été, deux livres d'eau peuvent tenir dix livres de salpêtre en dissolution... Une eau déjà saturée de sel marin, dissout néanmoins encore, dans un air tempéré, les deux tiers de salpêtre que dissoudroit un pareil poids d'eau pure, etc. *Journal de physique, mai* 1772, *pages* 233 *et* 234.

(1) Élémens de chymie, par M. de Morveau, tome II, pages 132 et suiv.

faire cristalliser une seconde et même une troisième fois, pour lui donner toute la pureté et la blancheur qu'il doit avoir avant d'être employé à cet usage.

Le nitre s'enflamme sur les charbons ardens avec un bruit de sifflement ; et lorsqu'on le fait fondre dans un creuset il fait explosion, et détonne dès qu'on lui offre quelque matière inflammable, et particulièrement du charbon réduit en poudre. Ce sel purifié est transparent ; il n'attire que foiblement l'humidité de l'air ; il n'a que peu ou point d'odeur ; sa saveur est désagréable ; néanmoins on l'emploie dans les salaisons pour donner aux viandes une couleur rouge. La forme de ces cristaux varie beaucoup ; ils se présentent tantôt en prismes rayés dans leur longueur, tantôt en rhombes, tantôt en parallélipipèdes rectangles ou obliques. M. le docteur Demeste a scrupuleusement examiné toutes ces variétés de figures (1), et il pense qu'on pourroit les réduire au parallélipipède, qui est, dit-il, la forme primitive de ce sel (2).

---

(1) Lettres de M. Demeste à M. le docteur Bernard, tome I, pages 225, et suiv.

(2) Il résulte du travail de Haüy, qui a fait des

La plupart des sels peuvent perdre leur forme cristallisée, et être privés de leur eau de cristallisation, sans être décomposés, et sans que leur essence saline en soit altérée; le nitre seul se décompose par le concours de l'air, lorsqu'il est en fusion; son eau de cristallisation se réduit en vapeurs, et enlève avec elle l'acide, en sorte qu'il ne reste au fond du creuset que de l'alkali fixe, preuve évidente que l'acide du nitre est le même que l'acide aérien; au reste, comme le nitre se dissout bien plus parfaitement, et en bien plus grande quantité dans l'eau bouillante que dans l'eau froide, il se cristallise plus par le refroidissement que par l'évaporation; et les cristaux seront d'autant plus gros que le refroidissement aura été plus lent.

---

recherches très-étendues sur la cristallisation des minéraux, que le nitre se cristallise en octaëdres rectangulaires ou prismatiques. *Journal des mines*, 1797, *n*° 5, *page* 317.

Nota. Les chymistes modernes ont changé le nom généralement connu de *nitre*, en celui de *nitrate de potasse;* Haüy, non content de ce changement, l'appelle *potasse nitratée.* SONNINI.

La saveur du nitre n'est pas agréable comme celle du sel marin ; elle est cependant plus fraîche, mais elle laisse ensuite une impression répugnante au goût. Ce sel se conserve à l'air ; comme il est chargé d'acide aérien, il n'attire pas celui de l'atmosphère ; il ne perd pas même sa transparence dans un air sec, et ne devient déliquescent que par une surcharge d'humidité ; il se liquéfie très-aisément au feu, et à un dégré de chaleur bien inférieur à celui qui est nécessaire pour le faire rougir ; il se fond sans grand mouvement intérieur et sans boursouflement à l'extérieur, lors même qu'on pousse la fonte jusqu'au rouge. En laissant refroidir ce nitre fondu, il forme une masse solide et demi-transparente, à laquelle on a donné le nom impropre de *cristal minéral*, car ce n'est que du nitre qui n'est plus cristallisé, et qui du reste a conservé toutes ses propriétés.

L'acide vitriolique et l'arsenic, qui ont encore plus d'affinité que l'acide nitreux avec l'alkali, décomposent le nitre en lui enlevant l'alkali sans toucher à son acide ; ce qui fournit le moyen de retirer cet acide du nitre par la distillation. L'alkali qui reste retient une certaine quantité d'arsenic, et

c'est ce qu'on appelle *nitre fixé par l'arsenic*; c'est un très-bon fondant, et duquel on peut se servir avantageusement pour la vitrification : nous ne parlerons pas des autres combinaisons de l'acide nitreux, et nous nous réservons de les indiquer dans les articles où nous traiterons de la dissolution des métaux.

SEL AMMONIAC (1).

Ce sel est ainsi nommé du mot grec *ammos*, qui signifie du sable, parce que les anciens ont écrit qu'on le trouvoit dans les sables, qui avoient aussi donné leur nom au temple de Jupiter Ammon; cette tradition néanmoins ne s'est pas pleinement confirmée, car ce n'est qu'au dessus des volcans et des autres fournaises souterraines, que nous sommes assurés qu'il se trouve réellement du sel ammoniac formé par la Nature; c'est un composé de l'acide marin et de l'alkali volatil, et cette union ne peut se faire que par le feu ou par l'action d'une grande chaleur. On a dit que l'ardeur du soleil, dans les terrains secs des climats les plus chauds, produisoit ce sel dans les endroits où la terre se trouvoit arrosée de l'urine des animaux, et cela ne paroît pas impossible, puisque l'urine putréfiée donne de l'alkali

(1) *Sal ammoniacum.* Auth. — Sel ammoniac. *Muriate ammoniacal.* Daubenton. *Tabl. méthod. des minér.* — En allemand, *salmiac.* En russe, *naschatire.* SONNINI.

volatil

volatil, et que la chaleur du soleil dans un tems de sécheresse peut équivaloir à l'action d'un feu réel ; et comme il y a, sur la surface de la terre, des contrées où le sel marin abonde, il peut s'y former du sel ammoniac par l'union de l'acide de ce sel avec l'alkali volatil de l'urine et des autres matières animales ou végétales en putréfaction ; et de même dans les lieux où il se sera rencontré d'autres sels acides, vitrioliques, nitreux, etc. il en aura résulté autant de différens sels ammoniacaux, qu'il y a de combinaisons diverses entre l'acide de ces sels et l'alkali volatil ; car quoiqu'on puisse dire aussi qu'il y a plusieurs alkalis volatils, parce qu'en effet ils diffèrent entre eux par quelques qualités qu'ils empruntent des substances dont on les tire ; cependant tous les chymistes conviennent qu'en les purgeant de ces matières étrangères, tous ces alkalis volatils se réduisent à un seul, toujours semblable à lui-même, lorsqu'il est amené à un point de pureté convenable (1).

De tous les sels ammoniacaux, celui que

(1) Voyez le Dictionnaire de M. Macquer, article *alkali volatil*.

la Nature nous présente en plus grande quantité, est le sel ammoniac, formé de l'acide marin et de l'alkali volatil ; les autres qui sont composés de ce même alkali avec l'acide vitriolique, l'acide nitreux, ou avec les acides végétaux et animaux, n'existent pas sur la terre, ou ne s'y trouvent qu'en si petite quantité, qu'on peut les négliger dans l'énumération des productions de la Nature. Mais de la même manière que l'alkali fixe et minéral s'est combiné en immense quantité avec l'acide marin, comme le moins éloigné de son essence, et a produit le sel commun, l'alkali volatil a aussi saisi de préférence cet acide marin plus volatil, et par conséquent plus conforme à sa nature, que les deux autres acides minéraux ; il n'est donc pas impossible que le sel ammoniac se forme dans tous les lieux où l'alkali volatil et le sel marin se trouvent réunis. Les anciens relateurs ont écrit que l'urine des chameaux produit sur les sables salés de l'Arabie et de la Lybie, du sel ammoniac en grande quantité ; mais les voyageurs récens n'ont ni recherché ni vérifié ce fait, qui néanmoins me paroît assez probable (1).

(1) L'urine de chameau seule ne produit point le

Les acides, en général, s'unissent moins intimement avec l'alkali volatil qu'avec les alkalis fixes; et l'acide marin en particulier n'est qu'assez foiblement uni avec l'alkali volatil dans le sel ammoniac; c'est peut-être par cette raison que tous les sels ammoniacaux ont une saveur beaucoup plus vive et plus piquante que les sels composés des mêmes acides et de l'alkali fixe; ces sels ammoniacaux sont aussi plus volatils et plus susceptibles de décomposition, parce que l'alkali volatil n'est pas aussi fortement uni que l'alkali fixe avec leur acide.

On trouve du sel ammoniac tout formé et sublimé au dessus des solfatares et des volcans; et ce fait nous fournit une nouvelle preuve de ce que j'ai dit au sujet des matières qui servent d'aliment à leurs feux; ce sont les pyrites, les terres limoneuses et végétales, les terreaux, le charbon de terre, les bitumes et toutes les substances, en un mot, qui sont composées des détrimens des végétaux et des animaux, et c'est par le

---

sel ammoniac. M. Rouelle, le jeune, a analysé l'urine d'un chameau qui vivoit à Paris en 1777, et il a reconnu qu'elle ne contient point de sel ammoniac, et que le peu qu'elle en fournit, n'est que l'ouvrage du feu. SONNINI.

choc de l'eau de la mer contre le feu que se font les explosions des volcans ; l'incendie de ces matières animales et végétales humectées d'eau marine, doit donc former du sel ammoniac, qui se sublime par la violence du feu, et qui se cristallise par le refroidissement contre les parois des solfatares et des volcans. Le savant minéralogiste Cronstedt dit : « Qu'il seroit aisé d'assigner l'origine du sel ammoniac, s'il étoit prouvé que les volcans sont produits par des ardoises formées de végétaux décomposés et d'animaux putréfiés avec l'*humus*, car on sait, ajoute-t-il, que les pétrifications ont des principes qui donnent un sel urineux » ; mais les ardoises ne sont pas, comme le dit Cronstedt, de l'*humus* ou *terre végétale* : elles ne sont pas formées de cette terre et de végétaux décomposés ou d'animaux putréfiés, et les volcans ne sont pas produits par les ardoises ; car c'est cette même terre *humus*, ce sont les détrimens des végétaux et des animaux dont elle est composée, qui sont les véritables alimens des feux souterrains ; ce sont de même les charbons de terre, les bitumes, les pyrites et toutes les matières composées ou chargées de ces détrimens des corps organisés qui causent leur

incendie et entretiennent leur feu, et ce sont ces mêmes matières qui contiennent des sels urineux en bien plus grande quantité que les pétrifications; enfin, c'est là la véritable origine du sel ammoniac dans les volcans : il se forme par l'union de l'acide de l'eau marine à l'alkali volatil des matières animales et végétales, et se sublime ensuite par l'action du feu.

Le sel ammoniac et le phosphore sont formés par ces deux mêmes principes salins; l'acide marin qui seul ne s'unit pas avec la matière du feu, la saisit dès qu'il est joint à l'alkali volatil et forme le sel ammoniac ou le phosphore, suivant les circonstances de sa combinaison, et même lorsque l'acide marin ou l'acide nitreux sont combinés avec l'alkali fixe minéral, ils produisent encore le phosphore, car le sel marin calcaire et le nitre calcaire répandent et conservent de la lumière assez long-tems après leur calcination; ce qui semble prouver que la base de tout phosphore est l'alkali, et que l'acide n'en est que l'accessoire. C'est donc aussi l'alkali volatil plutôt que l'acide marin, qui fait l'essence de tous les sels ammoniacaux, puisqu'ils ne diffèrent entre eux que par leurs acides, et que tous sont

également formés par l'union de ce seul alkali; enfin c'est par cette raison que tous les sels ammoniacaux sont à demi volatils.

Le sel ammoniac formé par la combinaison de l'alkali volatil avec l'acide marin, se cristallise lorsqu'il est pur, soit par la sublimation, soit par la simple évaporation, toutes deux néanmoins suivies du refroidissement : comme ses cristaux conservent une partie de la volatilité de leur alkali, la chaleur du soleil suffit pour les dissiper en les volatilisant. Au reste, ce sel est blanc, presque transparent, et lorqu'il est sublimé dans des vaisseaux clos, il forme une masse assez compacte, dans laquelle on remarque des filets appliqués dans leur longueur parallèlement les uns aux autres (1); il attire un peu l'humidité de l'air, et devient déliquescent avec le tems; l'eau le dissout facilement, et l'on a observé qu'il produit un froid plus que glacial dans sa dissolution : ce grand refroidissement est d'autant plus marqué, que la chaleur de l'air est plus grande et qu'on le dissout dans une eau plus chaude; et la dissolu-

(1) Dictionnaire de chymie, par M. Macquer, article *sel ammoniac*.

tion se fait bien plus promptement dans l'eau bouillante que dans l'eau froide.

L'action du feu ne suffit pas seule pour décomposer le sel ammoniac ; il se volatilise à l'air libre ou se sublime comme le soufre en vaisseaux clos, sans perdre sa forme et son essence ; mais on le décompose aisément par les acides vitrioliques et nitreux, qui sont plus puissans que l'acide marin, et qui s'emparent de l'alkali volatil, que cet acide plus foible est forcé d'abandonner ; on peut aussi le décomposer par les alkalis fixes et par les substances calcaires et métalliques qui s'emparent de son acide avec lequel elles ont plus d'affinité que l'alkali volatil.

La décomposition de ce sel par la craie ou par toute autre matière calcaire, offre un phénomène singulier ; c'est que d'un sel ammoniac que nous supposons composé de parties égales d'acide marin et d'alkali volatil, on retire par cette décomposition beaucoup plus d'alkali volatil, au point que sur une livre de sel composée de huit onces d'acide marin et de huit onces d'alkali volatil, on retire quatorze onces de ce même alkali ; ces six onces de surplus ont certainement été fournies par la craie,

laquelle, comme toutes les autres substances calcaires, contient une très-grande quantité d'air et d'eau qui se dégagent ici avec l'alkali volatil, pour en augmenter le volume et la masse; autre preuve que l'air fixe ou acide aérien peut se convertir en alkali volatil.

Indépendamment de l'acide aérien, il entre encore de la matière inflammable dans l'alkali volatil, et par conséquent dans la composition du sel ammoniac; il fait, par cette raison, fuser le nitre lorsqu'on les chauffe ensemble; il rehausse la couleur de l'or, si on le projette sur la fonte de ce métal; il sert aussi et, par la même cause, à fixer l'étamage sur le cuivre et sur le fer. On fait donc un assez grand usage de ce sel; et comme la Nature n'en fournit qu'en très-petite quantité, on auroit dû chercher les moyens d'en fabriquer par l'art; mais jusqu'ici on s'est contenté de s'en procurer par le commerce (1); on le tire des Indes orientales, et sur-tout

---

(1) Il y a à présent en Allemagne plusieurs fabriques de sel ammoniac; la plus belle est celle de Brunswick.

SONNINI.

de l'Egypte (1), où l'on en fait tous les ans plusieurs centaines de quintaux ; c'est des

(1) On fait du sel ammoniac dans plusieurs lieux de l'Égypte, et sur-tout à Damaier, qui est un village situé dans le Delta, avec de la suie animale que l'on met dans des ballons de verre, avec du sel marin, dissous dans l'urine de chameaux ou d'autres bêtes de somme. *Sicard, dans les nouveaux Voyages des missionnaires dans le Levant, tome II.*

Le sel ammoniac se tire simplement de la suie provenue de la fiente de toutes sortes de quadrupèdes : les plantes les plus ordinaires dont ces animaux se nourrissent en Égypte, sont la criste-marine, *salicornie ;* l'arroche ou patte-d'oie, *chenopodium ;* le kali de Naples, *mesembryanthemum ;* toutes plantes qui sont très-chargées de sel marin. On emploie aussi avec succès les excrémens humains, qui passent pour fournir une grande quantité de sel ammoniac... On regarde même comme la meilleure, la suie provenant des excrémens humains... Vingt-six livres de bonne suie, traitée et bien chauffée dans de gros matras de verre, donnent environ six livres de sel ammoniac : ce sel s'attache peu à peu, et forme une masse en forme de gâteau, à la partie supérieure du matras, que l'on brise pour en détacher cette masse, qui est convexe par dessus et plate par dessous : elle est noirâtre à l'extérieur et blanchâtre à l'intérieur. C'est dans cet état que l'on envoie d'Égypte le sel ammoniac dans toute l'Europe et l'Asie, et on en exporte d'Égypte, chaque année, environ 850 quintaux. *Voyez les Mémoires de l'académie de Suède, année* 1751.

déjections des animaux et des hommes que l'on extrait ce sel en Egypte (1); on sait que faute de bois on y ramasse soigneusement les excrémens de tous les animaux; on les mêle avec un peu de paille hachée pour leur donner du corps et les faire sécher au soleil; ils deviennent combustibles par ce dessèchement, et l'on ne se sert guère d'autres matières pour faire du feu: on recueille avec encore plus de soin la suie, que leur combustion produit abondamment; cette suie contient l'alkali volatil et l'acide marin, tous deux nécessaires à la formation du sel ammoniac; aussi ne faut-il que la renfermer dans des vaisseaux de verre qu'on en remplit aux trois quarts, et qu'on chauffe graduellement au point de faire sublimer l'alkali volatil; il enlève avec lui une portion de l'acide marin; et ils forment ensemble, au haut du vaisseau, une masse considérable de sel ammoniac.

---

(1) On pourroit faire en France, comme en Egypte, du sel ammoniac; car dans plusieurs de nos provinces, qui sont dégarnies de bois, telles que certaines parties de la Bretagne, du Dauphiné, du Limousin, de la Champagne, etc., les pauvres gens ne brûlent que des excrémens d'animaux.

Vingt - six livres de cette suie animale donnent, dit-on, six livres de sel ammoniac; ce qu'il y a de sûr c'est que l'Égypte en fournit l'Europe et l'Asie : néanmoins on fabrique aussi du sel ammoniac dans quelques endroits des Indes orientales; mais il ne nous en arrive que rarement et en petite quantité ; on le distingue aisément de celui d'Egypte; il est en forme de pain de sucre, et l'autre est en masse aplatie; leur surface est également noircie de l'huile fuligineuse de la suie, et il faut les laver pour les rendre blancs au dehors comme ils le sont au dedans.

La saveur de ce sel est piquante et salée, et en même tems froide et amère; son odeur pénétrante est urineuse, et il y a toute raison de croire qu'il peut en effet se former dans les lieux où l'alkali volatil de l'urine putréfiée se combine avec l'acide du sel marin. Ses cristaux sont en filets arrangés en forme de barbes de plumes, à peu près comme ceux de l'alun; ils sont plians et flexibles, au lieu que ceux de l'alun sont roides et cassans (1). Au reste, on peut tirer du sel

(1) Haüy, *Traité élémentaire de minéralogie*, *journal des mines*, 1797, *n°* 28, dit que le chymiste

ammoniac de toutes les matières qui contiennent du sel marin et de l'alkali volatil. Il y a même des plantes comme la moutarde, les choux, etc. qui fournissent du sel ammoniac, parce qu'elles sont imprégnées de ces deux sels.

On recueille le sel ammoniac qui se sublime par l'action des feux souterrains, et même l'on aide à sa formation en amoncelant des pierres sur les ouvertures et fentes par où s'exhalent les fumées ou vapeurs enflammées ; elles laissent sur ces pierres une espèce de suie blanche et salée, de laquelle on tire du sel marin et du sel ammoniac ; quelquefois aussi cette suie est purement ammoniacale, et cela arrive lorsque l'acide marin dégagé de sa base, s'est combiné avec l'alkali volatil des substances animales et végétales, qui, sous la forme de bitume, de charbon de terre, etc. servent d'aliment au feu des volcans : le Vésuve, l'Etna et toutes les solfatares en produisent, et l'on en trouve aussi sur les vieux

---

français Pelletier, paroît être le premier qui ait obtenu l'*ammoniac muriaté ;* c'est le nom qu'il donne au sel ammoniac, en octaëdres bien prononcés et d'un volume sensible. SONNINI.

volcans éteints, ou qui brûlent tranquillement et sans explosion. On cite le pays des Calmouks en Tartarie, et le territoire d'Orembourg en Sibérie, comme très-abondans en sel ammoniac; on assure que, dans ces lieux, il a formé d'épaisses incrustations sur les rochers, et que même il se présente quelquefois en masses jointes à du soufre ou d'autres matières volcaniques (1).

(1) Le sel ammoniac en croûte et en efflorescence est assez commun au Chili. On y trouve de même le sel ammoniac fossile dans les voisinages des volcans, dont il paroît un produit. *Histoire naturelle du Chili, par l'abbé Molina, trad. de Gruvel, page* 59.

SONNINI.

BORAX (1).

LE borax est un sel qui nous vient de l'Asie, et dont l'origine et même la fabrication ne nous sont pas bien connues; il paroît néanmoins que ce sel est formé ou du moins ébauché par la Nature, et que les anciens arabes qui lui ont donné son nom, savoient le facturer, et en faisoient un grand usage; mais ils ne nous ont rien transmis de ce qu'ils pouvoient savoir sur sa formation dans le sein de la terre, et sur la manière de l'extraire et de le préparer; les voyageurs modernes nous apprennent seulement que ce sel se trouve dans quelques provinces de la Perse (2), de la

(1) Ainsi appelé de son nom arabe *baurach.* — *Borax crudus cærulescens hexangularis. Borax. Chrysocolla nonnullorum.* Waller. — *Borax nudus.* Lin. — *Borax. Borate de soude de la nouvelle chymie;* l'on en connoît deux variétés : le *brut, tiukal;* et le *purifié.* Daubenton. *Tabl. méthod. des minér.*

SONNINI.

(2) Le borax est un sel minéral qui naît aux Indes

Tartarie méridionale (1) et dans quelques contrées des Indes orientales (2). La meil-

---

orientales, en Perse, en Transilvanie; après qu'il a été tiré de la terre, on le raffine peu à peu comme les autres sels, et il se condense en beaux morceaux blancs, nets, durs, transparens, secs; il se garde facilement sans s'humecter; il a d'abord un goût un peu amer, après quoi il devient douceâtre : on s'en sert pour souder quelques métaux, et principalement l'or; ce qui l'a fait appeler *chrysocolla;* il est aussi quelquefois employé dans la médecine, comme un remède incisif et apéritif. *Collection académique, partie française, tome II, page* 28.

(1) Le borax, dont les orfèvres se servent pour purifier l'or et l'argent, se trouve dans la montagne de la province de Purbet, sous le Razia Biberon, vers la grande Tartarie...... Le borax vient de la rivière de Jankenckav, laquelle, en sortant de la montagne, entre dans la rivière de Maseroov, laquelle traverse toute la province et produit cette drogue qui croît au fond de l'eau, comme le corail; les Guzarates l'appellent *jankenckav*, et le gardent dans des bourses de peau de mouton qu'ils remplissent d'huile pour le mieux conserver. *Voyage de Mandeslo, suite d'Olearius. Paris*, 1656, *tome II, page* 250.

(2) Il n'y a point d'autres précautions à prendre dans l'achat du borax, qui se fait dans la province de Guzarate, que de voir s'il est bien blanc et bien transparent, de même que le salpêtre. *Suite des voyages de Tavernier. Rouen*, 1713, *tome V, page* 184.

leure relation est celle qui a été publiée par l'un de nos plus laborieux et savans naturalistes, M. Valmont de Bomarre (1), par

(1) On nous a écrit, en 1754, d'Ispahan, dit M. de Bomarre, que le borax brun, tel qu'on l'envoie en Europe, se retiroit d'une terre sabloneuse ou d'une pierre tendre, grisâtre, grasse, que l'on trouve seulement en Perse et dans l'empire du grand Mogol, à Golconde et à Visapour, proche des torrens et au bas des montagnes, d'où il découle une eau mousseuse, laiteuse, un peu âcre et lixivielle. Ces pierres sont de différentes grosseurs; on les expose à l'air, afin qu'elles subissent une sorte d'efflorescence, jusqu'à ce qu'elles paroissent rouges à leur superficie, quelquefois verdâtres, obscures et brunâtres; c'est-là ce qu'on appelle *matrice de borax, borax gras, brut, et pierre de borax*. Tantôt ce sel se retire d'une eau épaisse, que l'on trouve dans des fosses très-profondes près d'une mine de cuivre de Perse: cette liqueur a l'œil verdâtre, et la saveur d'un sel fade; on a soin de ramasser non seulement cette liqueur, mais encore la matière comme gélatineuse, qui la contient: on fait une espèce de lessive, tant de l'eau que de la terre graisseuse et des pierres, dont nous venons de faire mention, jusqu'à ce qu'elles soient tout-à-fait insipides; on mélange ensuite toutes les dissolutions chargées de borax; on les fait évaporer à consistance requise; puis on procède à la cristallisation, en versant la liqueur à demi-refroidie dans des fosses enduites de glaise ou d'argille blan-

laquelle

laquelle il paroît que ce sel se trouve dans des terres grasses et dans des pierres tendres, arrosées ou peut-être formées du dépôt des eaux qui découlent des montagnes à mines métalliques ; ce qui semble indiquer

---

châtre, et recouvertes d'un chapeau enduit de la même matière ; on laisse ainsi la liqueur se cristalliser ; et au bout de trois mois environ, on trouve une couche de cristaux diffus, opaques, terreux, verdâtres et visqueux, d'un goût nauséabond, qui flottent dans une partie de la liqueur qui n'a point totalement cristallisé ; on les expose quelque tems à l'air, afin qu'ils sèchent un peu ; c'est ce qu'on appelle *borax gras* de la première purification.

On dissout de nouveau ce sel dans une quantité suffisante d'eau ; puis l'on donne quelques jours à la dissolution, pour que les particules les plus hétérogènes s'en séparent et se précipitent ; ensuite on la décante ; on l'évapore et on la met à cristalliser dans une autre fosse que la première, mais également enduite d'argille grasse : après l'espace de deux mois, on trouve des cristaux plus purs, plus réguliers que les précédens ; ils sont demi-blancs, verdâtres, grisâtres, un peu transparens, cependant toujours couverts d'une substance grasse, dont on les dépouille facilement en Hollande. C'est en cet état qu'on apporte en Europe ces cristaux de la seconde purification, auxquels l'on donne improprement le nom de *borax brut*, ou *borax de la première fonte. Minéralogie de M. de Bomarre ; tome I, pages* 344 *et* 345.

que ce sel est en dissolution dans ces eaux, et que la terre grasse ou la pierre tendre ont été pénétrées de cette eau saline et minérale. On appelle *tinkal* ou *borax brut*, la matière qu'on extrait de ces terres et pierres par la lessive et l'évaporation ; et c'est sous cette forme et sous ce nom qu'on l'apporte en Europe où l'on achève de le purifier (1).

---

(1) De nouvelles relations sur l'histoire du borax confirment ce qu'on en savoit, et n'étendent guère nos connoissances. Le P. Joseph de Rovato, dans une lettre datée de Patna, le 10 septembre 1786, dit qu'on retire le borax dans le territoire de Marmé, au Thibet. Dans une vallée stérile se trouvent un étang et plusieurs fondrières, dont les habitans savent retirer ce sel.

A dix journées plus au nord, se trouvent deux autres vallées ; l'une nommée *Tapré* et l'autre *Cioga*, qui fournissent aussi du borax.

M. W. Blanc donne un peu plus de détails. « On m'a décrit, dit-il, le lieu qui produit le borax, comme une petite vallée entourée de montagnes couvertes de neiges, et dans laquelle est un lac d'environ six milles de tour. L'eau en est constamment si chaude, qu'il n'est pas possible d'y tenir long-tems la main ; ses bords sont absolument nuds, sans la moindre apparence de végétation ; et la matière saline y est si abondante, qu'après les pluies ou les neiges, la terre

Dans leur état de pureté, les cristaux du borax ressemblent à ceux de l'alun (1); ils contiennent cependant moins d'eau, et en

---

en est couverte en flocons blancs, comme celle de l'Indostan l'est du natron. Quand la saison des neiges commence, on pratique sur les bords du lac de petits réservoirs, en élevant la terre, tout autour, à la hauteur de six pouces. Lorsque ces réservoirs sont pleins de neige, on y jette de l'eau chaude du lac; on l'y laisse avec celle de la neige jusqu'à ce qu'elle soit en partie absorbée, en partie évaporée : et l'on trouve ensuite dans le fond un gâteau de borax brut, qui a quelquefois un demi-pouce d'épaisseur ».

Le P. Joseph ajoute : « Que si on ne préparoit pas le borax, il tomberoit aisément en déliquescence; et pour prévenir cet inconvénient, les habitans du pays le mêlent souvent avec de la terre et du beurre ». Delamétherie, *Sciagr. tome I, page* 101.

SONNINI.

(1) « *La soude boratée* (le borax), dit Haüy, a pour forme primitive un prisme oblique, dont les bases sont des rectangles inclinés de 106 dégrés 6 minutes d'une part, et de 73 dégrés 54 minutes de l'autre, sur les pans, à l'égard desquels leur arête de jonction est horizontale. Le contour du prisme, considéré de même dans le sens horizontal, est un carré. Les coupes parallèles aux pans sont les seules qui soient bien sensibles ». *Extrait du Traité élémentaire de minéralogie, journal des mines*, 1797, n° 28.

SONNINI.

exigent une plus grande quantité pour se dissoudre, et même ils ne se dissolvent bien que dans l'eau chaude. Au feu, ce sel se gonfle moins que l'alun, mais il s'y liquéfie et s'y calcine de même; enfin il se convertit en une sorte de verre salin, qu'on préfère au borax même dans plusieurs usages, parce qu'étant dépouillé de toute humidité, il n'est point sujet à se boursoufler; ce verre de borax n'est ni dur, ni dense, et il participe moins des qualités du verre que de celles du sel; il se décompose à l'air, y devient farineux; il se dissout dans l'eau, et donne, par l'évaporation, des cristaux tout semblables à ceux du borax; ainsi ce sel, en se vitrifiant, loin de se dénaturer, ne fait que s'épurer davantage et acquérir des propriétés plus actives, car ce verre de borax est le plus puissant de tous les fondans; et lorsqu'on le mêle avec des terres de quelque qualité qu'elles soient, il les convertit toutes en verres solides et plus ou moins transparens, suivant la nature de ces terres.

Tout ceci paroît déjà nous indiquer que le borax contient une grande quantité d'alkali, et cela se prouve encore par l'effet des acides sur ce sel; ils s'emparent de son alkali,

et forment des sels tout semblables à ceux qu'ils produisent, en se combinant avec l'alkali minéral ou marin; et non seulement on peut enlever au borax son alkali, par les acides vitriolique, nitreux et marin, mais aussi par les acides végétaux (1); ainsi, la présence de l'alkali fixe dans le borax est parfaitement démontrée, mais ce n'est cependant pas cet alkali seul qui constitue son essence saline, car après en avoir séparé, par les acides, cet alkali, il reste un sel qui n'est lui-même ni acide ni alkali, et qu'on ne sait comment définir. M. Homberg de l'Académie des sciences, est le premier qui en ait parlé; il l'a nommé *sel sédatif*, et ce nom n'a rapport qu'à quelques propriétés calmantes que cet habile chymiste a cru lui reconnoître; mais on ignore encore quel est le principe salin de ce sel singulier; et comme sur les choses incertaines il est permis de faire des conjectures, et que j'ai ci-devant réduit tous les sels simples à trois sortes; savoir, les acides, les alkalis et les arsénicaux, il me semble qu'on peut soup-

(1) Voyez sur ce sujet les travaux de MM. Lémery, Geoffroy et Baron, dans les mémoires de l'Académie des sciences.

çonner avec fondement que le sel sédatif a l'arsenic pour principe salin.

D'abord il paroît certain que ce sel existe tout formé dans le borax, et qu'il y est uni avec l'alkali, dont les acides ne font que le dégager, puisqu'en le combinant de nouveau avec l'alkali on en refait du borax. 2°. Le sel sédatif n'est point un acide, et cependant il semble suppléer l'acide dans le borax, puisqu'il y est uni avec l'alkali: or, il n'y a dans la Nature que l'arsenic qui puisse faire fonction d'acide avec les substances alkalines. 3°. On obtient le sel sédatif du borax par sublimation; il s'élève et s'attache au haut des vaisseaux clos, en filets déliés, ou en lames minces, légères et brillantes, et c'est sous cette forme qu'on conserve ce sel. On peut aussi le retirer du borax par la simple cristallisation; il paroît être aussi pur que celui qu'on obtient par la sublimation, car il est également brillant et aussi beau; il est seulement plus pesant, quoique toujours très-léger; et l'on ne peut s'empêcher d'admirer la légèreté de ce sel obtenu par sublimation; un gros, dit M. Macquer, suffit pour emplir un assez grand bocal. 4°. C'est toujours par le moyen des acides qu'on retire le sel sédatif du borax,

soit par sublimation ou par cristallisation ; et M. Baron, habile chymiste, de l'Académie des sciences, a bien prouvé qu'il ne se forme pas, comme on pourroit l'imaginer, par la combinaison actuelle de l'alkali avec les acides dont on se sert pour le retirer du borax ; ainsi, ce sel n'est certainement point un acide connu. 5°. Les chymistes ont regardé ce sel comme simple, parce qu'il ne leur a pas été possible de le décomposer : il a résisté à toutes les épreuves qu'ils ont pu tenter, et il a conservé son essence sans altération. 6°. Ce sel est non seulement le plus puissant fondant des substances terreuses, mais il produit le même effet sur les matières métalliques.

Ainsi, quoique le sel sédatif paroisse simple, et qu'il le soit en effet plus que le borax, il est néanmoins composé de quelques substances salines et métalliques, si intimement unies, que notre art ne peut les séparer ; et je présume que ces substances peuvent être de l'arsenic et du cuivre, auquel on sait que l'arsenic adhère si fortement qu'on a grande peine à l'en séparer : ceci n'est qu'une conjecture, un soupçon ; mais, comme d'une part le borax ne se trouve que dans des terres ou des eaux chargées de

parties métalliques, et particulièrement dans le voisinage des mines de cuivre en Perse; et que d'autre part le sel sédatif n'est ni acide ni alkali, et qu'il a plusieurs propriétés semblables à celles de l'arsenic; et qu'enfin il n'y a de sels simples dans la Nature que l'acide, l'alkali et l'arsenic, j'ai cru que ma conjecture étoit assez fondée pour la laisser paroître, en la soumettant néanmoins à toute critique, et particulièrement à l'arrêt irrévocable de l'expérience, qui la détruira ou la confirmera; je puis, en attendant, citer un fait qui paroît bien constaté : M. Cadet, l'un de nos savans chymistes, de l'Académie des sciences, a tiré du borax un culot de cuivre par des dissolutions et des filtrations réitérées; et ce seul fait suffit pour démontrer que le cuivre est une des substances dont le borax est composé; mais il sera peut-être plus difficile d'y reconnoître l'arsenic.

Le sel sédatif est encore plus fusible, plus vitrifiable et plus vitrifiant que le borax, et cependant il est privé de son alkali qui, comme l'on sait, est le sel le plus fondant et le plus nécessaire à la vitrification; dès-lors ce sel sédatif contient donc une matière, qui, sans être alkaline, a néanmoins la même propriété vitrifiante : or, je demande

quelle peut être cette matière, si ce n'est de l'arsenic, qui seul a ces propriétés, et qui même peut fondre et vitrifier plusieurs substances que les alkalis ne peuvent vitrifier?

Ce sel se dissout dans l'esprit de vin; il donne à sa flamme une belle couleur verte; ce qui semble prouver encore qu'il est imprégné de quelques élémens métalliques, et particulièrement de ceux du cuivre. Il est vrai qu'en supposant ce sel composé d'arsenic et de cuivre, il faut encore admettre dans sa composition une terre vitrescible, capable de saturer l'arsenic et d'envelopper le cuivre; car ce sel sédatif a très-peu de saveur, et ses effets, au lieu d'être funestes comme ceux de l'arsenic et du cuivre, ne sont que doux et même salutaires; mais ne trouve-t-on pas la même différence d'effets entre le sublimé corrosif et le mercure doux? Un autre fait qui va encore à l'appui de ma conjecture, c'est que le borax fait pâlir la couleur de l'or; et l'on sait que l'arsenic le pâlit ou blanchit de même, mais on ne sait pas, et il faudroit l'essayer, si en jetant à plusieurs reprises une grande quantité de borax sur l'or en fusion, il ne le rendroit pas cassant comme fait l'arsenic; s'il produisoit cet effet, on ne pourroit guère douter que

le borax et le sel sédatif ne continssent de l'arsenic. Au reste, il faudroit faire de préférence cet essai sur le sel sédatif qui est débarrassé d'alkali, et qui a, comme le borax, la propriété de blanchir l'or. Enfin, on peut comparer au borax le nitre fixé par l'arsenic qui devient par ce mélange un très-puissant fondant, et qu'on peut employer au lieu de borax pour opérer la vitrification; tous ces rapports me semblent indiquer que l'arsenic fait partie du borax, mais qu'il adhère si fortement à la base métallique de ce sel, qu'on ne peut l'en séparer.

Au reste, il n'est pas certain qu'on ne puisse tirer le sel sédatif que du seul borax, puisque M. Hoëffer assure que les eaux du lac Cherchiago, dans le territoire de Sienne en Italie, en fournissent une quantité assez considérable, et cependant il ne dit pas que ces mêmes eaux fournissent du borax (1).

On apporte de Turquie, de Perse, du continent des Indes et même de l'île de Ceylan, du tinkal ou borax brut de deux

(1) Voyez le Mémoire de M. Hoëffer, directeur de pharmacie du grand duc de Toscane, imprimé à Florence en 1778.

sortes ; l'un est mou et rougeâtre, et l'autre est ferme et gris ou verdâtre ; on leur enlève ces couleurs et l'onctuosité dont ils sont encore imprégnés, en les purifiant. Autrefois les vénitiens étoient, et actuellement les hollandais sont les seuls qui aient le secret de ce petit art, et les seuls aussi qui fassent le commerce de ce sel ; cependant on assure que les anglais en tirent de plusieurs endroits des Indes, et qu'ils en achètent des hollandais à Ceylan (1).

---

(1) Les Indes occidentales ont aussi leur borax ; la découverte en est faite ; c'est à M. Antoine Carrère, médecin, établi au Potosi, qu'on la doit. M. Ortega m'a communiqué la lettre que ce docteur lui écrit ; elle est datée du 16 juin 1786. « J'ai aussi découvert, dit-il, plusieurs mines de tinkal ou borax, matière si importante dans la fonte et l'essai des mines. Les mines de Viquintipa, celles qu'on trouve aux environs d'Escapa, nous offrent ce sel en abondance. Je me suis rendu sur les lieux pour m'en assurer et le reconnoître par moi-même. Les gens du pays le font servir dans la fonte des mines de cuivre, assez nombreuses dans ces parages. Ils l'emploient tel qu'il sort de la terre, et l'appellent *quemason* de *quemar* brûler, matière propre à brûler. *Lettre de M. Proust, à Delamétherie ; journ. de physique, du mois de mai* 1787. SONNINI.

Le borax bien purifié doit être fort blanc et très-léger; on le falsifie souvent en le mêlant d'alun ; il porte alors une saveur styptique sur la langue; et volume pour volume, il est bien moins léger que le borax pur, qui n'a d'ailleurs presque point de saveur, et dont les cristaux sont plus transparens que ceux de l'alun : on distingue donc à ces deux caractères sensibles, le borax pur du borax mélangé.

La plus grande et la plus utile propriété du borax est de faciliter plus qu'aucun autre sel, la fusion des métaux ; il en rassemble aussi les parties métalliques, et les débarrasse des substances hétérogènes qui s'y trouvent mêlées, en les réduisant en scories qui nagent au dessus du métal fondu ; il le défend aussi de l'action de l'air et du feu, parce qu'il forme lui-même un verre qui sert de bain au métal avec lequel il ne se confond ni ne se mêle; et comme il en accélère et facilite la fusion, il diminue par conséquent la consommation des combustibles et le tems nécessaire à la fonte ; car il ne faut qu'un feu modéré pour qu'il exerce son action fondante ; on s'en sert donc avec tout avantage pour souder les métaux dont on peut,

par son moyen, réunir les pièces les plus délicates sans les déformer; il a éminemment cette utile propriété de réunir et souder ensemble tous les métaux durs et difficiles à fondre.

Quoiqu'à mon avis le borax contienne de l'arsenic, il est néanmoins autant ami des métaux, que l'arsenic se montre leur ennemi : le borax les rend lians et fusibles, et ne leur communique aucune des qualités de l'arsenic, qui, lorsqu'il est seul et un, les aigrit et les corrode : et d'ailleurs l'action du borax est subordonnée à l'art ; au lieu que l'arsenic agit par sa propre activité, et se trouve répandu et produit par la Nature dans presque tout le règne minéral ; et à cet égard, l'arsenic comme sel, devroit trouver ici sa place.

Nous avons dit que des trois grandes combinaisons salines de l'acide primitif ou aérien, la première s'est faite avec la terre vitreuse, et nous est représentée par l'acide vitriolique ; la seconde s'est opérée avec la terre calcaire, et a produit l'acide marin ; et la troisième avec la substance métallique, à formé l'arsenic. L'excès de causticité qui le caractérise, et ses autres propriétés sem-

blent en effet tenir à la masse et à la densité de la base que nous lui assignons; mais l'arsenic est un *Protée*, qui, non seulement se montre sous la forme de sel, mais se produit aussi sous celle d'un régule métallique; et c'est à cause de cette propriété, qu'on lui a donné le nom et le rang de demi-métal : ainsi, nous remettons à en traiter à la suite des demi-métaux, dont il paroît être le dernier, quoique par des traits presque aussi fortement marqués, il s'unisse et s'assimile aux sels.

Nous terminerons donc ici cette histoire naturelle des sels, peut-être déjà trop longue; mais j'ai dû parler de toutes les matières salines que produit la Nature, et je n'ai pu le faire sans entrer dans quelque discussion sur les principes salins, et sans exposer, avec un peu de détail, les différens effets des acides et des alkalis amenés par notre art à leur plus grand dégré de pureté; j'ai tâché d'exposer leurs propriétés essentielles, et je crois qu'on en aura des idées nettes, si l'on veut me lire sans préjugés; j'aurois encore plus excédé les bornes que je me suis prescrites, si je me fusse livré à comparer avec les sels produits

par la Nature, tous ceux que la chymie a su former par ses combinaisons : les sels sont, après le feu, les plus grands instrumens de ce bel art, qui commence à devenir une science par sa réunion avec la physique.

DU FER (1).

On trouve rarement les métaux sous leur forme métallique dans le sein de la terre; ils y sont ordinairement sous une forme minéralisée, c'est-à-dire, altérée par le mélange intime de plusieurs matières étrangères, et la quantité des métaux purs est très-petite en comparaison de celle des métaux minéralisés; car, à l'exception de l'or qui se trouve presque toujours dans l'état de métal, tous les autres métaux se présentent le plus souvent dans l'état de minéralisation. Le feu primitif, en liquéfiant et vitrifiant toute la masse des matières terrestres du globe, a sublimé en même tems les substances métalliques, et leur a laissé d'abord leur forme propre et particulière, quelques-unes de ces substances

(1) En hébreu, *barzel*. En grec, *syderos*. En latin, *ferrum*. En allemand, *eysen*. En italien, *ferro*. En espagnol, *hierro*. Par les alchymistes, *mars*.

SONNINI.

métalliques

métalliques ont conservé cette forme native, mais la plupart l'ont perdue par leur union avec des matières étrangères et par l'action des élémens humides. Nous verrons que la production des métaux purs et celle des métaux mélangés de matière vitreuse par le feu primitif, sont contemporaines, et qu'au contraire les métaux minéralisés par les acides et travaillés par l'eau, sont d'une formation postérieure.

Tous les métaux sont susceptibles d'être sublimés par l'action du feu; l'or qui est le plus fixe de tous, ne laisse pas de se sublimer par la chaleur (1), et il en est de même de tous les autres métaux et minéraux métalliques : ainsi, lorsque le feu primitif eut réduit en verre les matières fixes de la masse terrestre, les substances métalliques se sublimèrent et furent par conséquent exclues de la vitrification générale; la violence du feu les tenoit élevées au dessus de la surface du globe; elles ne tombèrent que quand cette chaleur extrême, commençant à diminuer, leur permit de rester dans un état de fusion sans être

(1) Voyez les preuves, volume VII de cet ouvrage, page 394, note (1).

sublimées de nouveau. Les métaux qui, comme le fer et le cuivre, exigent le plus de feu pour se fondre, dûrent se placer les premiers sur la roche du globe encore toute ardente ; l'argent et l'or dont la fusion ne suppose qu'un moindre dégré de feu, s'établirent ensuite et coulèrent dans les fentes perpendiculaires de cette roche déjà consolidée ; ils remplirent les interstices que le quartz décrépité leur offroit de toutes parts, et c'est par cette raison qu'on trouve l'or et l'argent vierge en petits filets dans la roche quartzeuse. Le plomb et l'étain auxquels il ne faut qu'une bien moindre chaleur pour se liquéfier, coulèrent long-tems après, ou se convertirent en chaux, et se placèrent de même dans les fentes perpendiculaires ; enfin tous ces métaux, souvent mêlés et réunis ensemble, y formèrent les filons primitifs des mines primordiales, qui toutes sont mélangées de plusieurs minéraux métalliques. Et le mercure, qu'une médiocre chaleur volatilise, ne put s'établir que peu de tems avant la chûte des eaux et des autres matières également volatiles.

Quoique ces dépôts des différens métaux se soient formés successivement et à

mesure que la violence du feu diminuoit, comme ils se sont faits dans les mêmes lieux, et que les fentes perpendiculaires ont été le réceptacle commun de toutes les matières métalliques fondues ou sublimées par la chaleur intérieure du globe, toutes les mines sont mêlées de différens métaux et minéraux métalliques (1) : en effet il y a presque toujours plusieurs métaux dans la même mine ; on trouve le fer avec le cuivre, le plomb avec l'argent, l'or avec le fer, et quelquefois tous ensemble ; car il ne faut pas croire, comme bien des gens se le figurent, qu'une mine d'or ou d'argent ne contienne que l'une ou l'autre de ces matières ; il suffit, pour

---

(1) Les métaux et demi-métaux n'ont pas chacun leur mine particulière, et leurs minerais ne sont pas des corps homogènes ; au contraire, presque toutes les substances métalliques sont souvent confondues ensemble, et l'on présume même que quelques-unes, telles que le zinc et la platine, résultent du mélange des autres.

L'argent, le plomb, le cuivre, l'arsenic et le cobalt, se trouvent assez souvent confondus dans le même filon de mine, en des quantités presque égales. *Mémoires de physique, par M. de Grignon, in-4°, page* 272.

qu'on lui donne cette dénomination, que la mine soit mêlée d'une assez grande quantité de l'un ou de l'autre de ces métaux, pour être travaillée avec profit; mais souvent et presque toujours, le métal précieux y est en moindre quantité que les autres matières minérales ou métalliques.

Quoique les faits subsistans s'accordent parfaitement avec les causes et les effets que je suppose, on ne manquera pas de contester cette théorie de l'établissement local des mines métalliques; on dira qu'on peut se tromper en estimant par comparaison, et jugeant par analogie les procédés de la Nature; que la vitrification de la terre et la sublimation des métaux par le feu primitif, n'étant pas des faits démontrés, mais de simples conjectures, les conséquences que j'en tire ne peuvent qu'être précaire et purement hypothétiques; enfin l'on renouvellera sans doute l'objection triviale si souvent répétée contre les hypothèses, en s'écriant qu'en bonne physique, il ne faut ni comparaisons, ni systêmes.

Cependant il est aisé de sentir que nous ne connoissons rien que par comparaison, et que nous ne pouvons juger des choses et de leurs rapports, qu'après avoir fait une

ordonnance de ces mêmes rapports, c'est-à-dire, un systême. Or, les grands procédés de la Nature sont les mêmes en tout; et lorsqu'ils nous paroissent opposés, contraires ou seulement différens, c'est faute de les avoir saisis et vus assez généralement pour les bien comparer. La plupart de ceux qui observent les effets de la Nature, ne s'attachant qu'à quelques points particuliers, croient voir des variations et même des contrariétés dans ses opérations; tandis que celui qui l'embrasse par des vues plus générales, reconnoît la simplicité de son plan, et ne peut qu'admirer l'ordre constant et fixe de ses combinaisons, et l'uniformité de ses moyens d'exécution: grandes opérations, qui, toutes fondées sur des lois invariables, ne peuvent varier elles-mêmes, ni se contrarier dans les effets. Le but du philosophe naturaliste doit donc être de s'élever assez haut pour pouvoir déduire d'un seul effet général, pris comme cause, tous les effets particuliers; mais, pour voir la Nature sous ce grand aspect, il faut l'avoir examinée, étudiée et comparée dans toutes les parties de son immense étendue; assez de génie, beaucoup d'étude, un peu de liberté de penser, sont trois attributs sans

lesquels on ne pourra que défigurer la Nature, au lieu de la représenter : je l'ai souvent senti en voulant la peindre ; et malheur à ceux qui ne s'en doutent pas ! Leurs travaux, loin d'avancer la science, ne font qu'en retarder les progrès ; de petits faits, des objets présentés par leurs faces obliques, ou vus sous un faux jour, des choses mal entendues, des méthodes scholastiques, de grands raisonnemens fondés sur une métaphysique puérile ou sur des préjugés, sont les matières sans substance des ouvrages de l'écrivain sans génie ; ce sont autant de tas de décombres qu'il faut enlever avant de pouvoir construire. Les sciences seroient donc plus avancées, si moins de gens avoient écrit ; mais l'amour propre ne s'opposera-t-il pas toujours à la bonne foi ! L'ignorant se croit suffisamment instruit ; celui qui ne l'est qu'à demi, se croit plus que savant, et tous s'imaginent avoir du génie ou du moins assez d'esprit pour en critiquer les productions ; on le voit par les ouvrages de ces écrivains qui n'ont d'autre mérite que de crier contre les systêmes, parce qu'ils sont non seulement incapables d'en faire, mais peut-être même d'entendre la vraie signification de ce mot

qui les épouvante ou les humilie; cependant tout systême n'est qu'une combinaison raisonnée, une ordonnance des choses ou des idées qui les représentent, et c'est le génie seul qui peut faire cette ordonnance, c'est-à-dire, un systême en tout genre, parce que c'est au génie seul qu'il appartient de généraliser les idées particulières, de réunir toutes les vues en un faisceau de lumière, de se faire de nouveaux aperçus, de saisir les rapports fugitifs, de rapprocher ceux qui sont éloignés, d'en former de nouvelles analogies, de s'élever enfin assez haut, et de s'étendre assez loin pour embrasser à la fois tout l'espace qu'il a rempli de sa pensée : c'est ainsi que le génie seul peut former un ordre systématique des choses et des faits, de leurs combinaisons respectives, de la dépendance des causes et des effets; de sorte que le tout rassemblé, réuni, puisse présenter à l'esprit un grand tableau de spéculations suivies, ou du moins un vaste spectacle dont toutes les scènes se lient et se tiennent par des idées conséquentes et des faits assortis.

Je crois donc que mes explications sur l'action du feu primitif, sur la sublimation des métaux, sur la formation des matières

vitreuses, argilleuses et calcaires, sont d'accord avec les procédés de la Nature dans ses plus grandes opérations; et nous verrons que l'ensemble de ce systême et ses autres rapports, seront encore confirmés par tous les faits que nous rapporterons dans la suite, en traitant de chaque métal en particulier.

Mais, pour ne parler ici que du fer, on ne peut guère douter que ce métal n'ait commencé à s'établir le premier sur le globe, et peu de tems après la consolidation du quartz, puisqu'il a coloré les jaspes et les cristaux de feld-spath; au lieu que l'or, l'argent, ni les autres métaux ne paroissent pas être entrés comme le fer dans la substance des matières vitreuses, produites par le feu primitif; et ce fait prouve que le fer plus capable de résister à la violence du feu, s'est en effet établi le premier, et dès le tems de la consolidation des verres de nature: car le fer primordial se trouve toujours intimement mêlé avec la matière vitreuse, et il a formé avec elle de très-grandes masses, et même des montagnes à la surface du globe, tandis que les autres métaux, dont l'établissement a été postérieur, n'ont occupé que les intervalles des fentes perpendicu-

laires de la roche quartzeuse, dans lesquelles ils se trouvent par filons, et en petits amas (1).

Aussi n'existe-t-il nulle part des grandes masses de fer pur et pareil à notre fer forgé, ni même semblable à nos fontes de fer; et à peine peut-on citer quelques exemples de petits morceaux de fonte ou régule de fer trouvés dans le sein de la terre, et formés sans doute accidentellement par le feu des volcans, comme l'on trouve aussi et plus fréquemment des morceaux d'or, d'argent et de cuivre, qu'on reconnoît évidemment avoir été fondus par ces feux souterrains. (2).

---

(1) Pline dit, avec raison, que de toutes les substances métalliques, le fer est celle qui se trouve en plus grandes masses, et qu'on a vu des montagnes qui en étoient entièrement formées; *metallorum omnium vena ferri largissima est : Cantabriæ maritimâ parte quam Oceanus alluit, mons præruptè altus, incredibile dictu, totus ex eâ materie est*; lib. XXXIV, cap. xv.

(2) Les mines d'argent de Huantafaya et celles de cuivre mélangées d'or de Coquimbo, sont situées dans des contrées où il ne pleut jamais et où il fait chaud; tandis que toutes les autres mines riches du Pérou, sont situées dans les Cordilières, du côté où il

La substance du fer de nature n'a donc jamais été pure, et dès le tems de la consolidation du globe, ce métal s'est mêlé avec la matière vitreuse, et s'est établi en grandes masses dans plusieurs endroits à la surface, et jusqu'à une petite profondeur dans l'intérieur de la terre. Au reste, ces grandes masses ou roches ferrugineuses ne sont pas également riches en métal; quelques-unes donnent soixante-dix ou soixante-douze

---

pleut abondamment, et qui est recouvert de neige, et où il fait un froid excessif dans quelques saisons de l'année; mais ces mines de Huantafaya et de Coquimbo, doivent être regardées comme des mines accidentelles qu'on pourroit appeler mines de *fondition*, parce que ces métaux ont été mis en fonte par un feu de volcan, et qu'ils ont été déposés en fusion dans les fentes des rochers ou dans le sable. Les morceaux de mine de Huantafaya que j'ai acquis, monsieur, pour le cabinet, et que je vous remettrai, laissent apercevoir les mêmes accidens que l'on observe dans les ateliers où l'on fond en grand le métal pour les monnoies. Il y a entre autres un gros morceau de cette mine d'argent de Huantafaya, qui présente une cristallisation de soufre; ce qui prouve qu'il a été formé par le feu d'un volcan. *Extrait d'une lettre de M. Dombey, correspondant du cabinet d'histoire naturelle, à M. de Buffon, datée de Lima, le 2 novembre 1781.*

pour cent de fer en fonte, tandis que d'autres n'en donnent pas quarante ; et l'on sait que cette fonte de fer qui résulte de la fusion des mines n'est pas encore du métal, puisqu'avant de devenir fer, elle perd au moins un quart de sa masse par le travail de l'affinerie ; on est donc assuré que les mines de fer en roche les plus riches, ne contiennent guère qu'une moitié de fer, et que l'autre moitié de leur masse est de matière vitreuse ; on peut même le reconnoître en soumettant ces mines à l'action des acides qui en dissolvent le fer, et laissent intacte la substance vitreuse.

D'ailleurs, ces roches de fer que l'on doit regarder comme les mines primordiales de ce métal dans son état de nature, sont toutes attirables à l'aimant (1); preuve

(1) Comme toutes les mines de Suède sont très-attirables à l'aimant, on se sert de la boussole pour les trouver ; cette méthode est fort en usage, et elle est assez sûre, quoique les mines de fer soient souvent enfouies à plusieurs toises de profondeur. (*Voyez les Voyages métallurgiques de M. Jars, tome I*). Mais elle seroit inutile pour la recherche de la plupart de nos mines de fer en grain, dont la formation est dûe à l'action de l'eau, et qui ne sont point attirables à l'aimant, avant d'avoir subi l'action du feu.

évidente qu'elles ont été produites par l'action du feu, et qu'elles ne sont qu'une espèce de fonte impure de fer, mélangée d'une plus ou moins grande quantité de matière vitreuse ; nos mines de fer en grain, en ocre ou en rouille, quoique provenant originairement des détrimens de ces roches primitives, mais ayant été formées postérieurement par l'intermède de l'eau, ne sont point attirables à l'aimant, à moins qu'on ne leur fasse subir une forte impression du feu à l'air libre (1). Ainsi, la propriété d'être

---

(1) *Nota.* Les mines de fer en grain ne sont en général point attirables à l'aimant; il faut, pour qu'elles le deviennent, les faire griller à un feu assez vif et à l'air libre ; j'en ai fait l'expérience sur la mine de Villers, près de Montbard, qui se trouve en sacs, entre des rochers calcaires, et qui est en grains assez gros ; ayant fait griller une once de cette mine à feu ouvert, et l'ayant fait broyer et réduire en poudre, l'aimant en a tiré six gros et demi ; mais ayant fait mettre une pareille quantité de cette mine dans un creuset couvert et bien bouché, qu'on a fait rougir à blanc, et ayant ensuite écrasé cette mine ainsi grillée, au moyen d'un marteau, l'aimant n'en a tiré aucune partie de fer, tandis que dans un autre creuset mis au feu en même tems, et qui n'étoit pas bouché, cette mine réduite ensuite en poudre par le marteau, s'est trouvée aussi attirable

attirable à l'aimant appartenant uniquement aux mines de fer qui ont passé par le feu, on ne peut guère se refuser à croire que ces énormes rochers de fer attirables à l'aimant, n'aient en effet subi la violente action du feu dont ils portent encore l'empreinte, et qu'ils n'aient été produits dans le tems de la dernière incandescence et de la première condensation du globe.

Les masses de l'aimant ne paroissent différer des autres roches de fer, qu'en ce qu'elles ont été exposées aux impressions de l'électricité de l'atmosphère, et qu'elles ont en même tems éprouvé une plus grande ou plus longue action du feu qui les a rendues magnétiques par elles-mêmes et au plus haut dégré; car on peut donner le magnétisme à tout fer ou toute matière ferrugineuse, non seulement en la tenant constamment dans la même situation, mais encore par le choc et par le frottement, c'est-à-dire, par toute cause ou tout mouvement qui produit de la

---

par l'aimant que la première. Cette expérience m'a démontré que le feu seul ou le feu fixe ne suffit pas pour rendre la mine de fer attirable à l'aimant, et qu'il est nécessaire que le feu soit libre et animé par l'air, pour produire cet effet.

roches ferrugineuses attirables à l'aimant, et qui ne sont mélangées que de matières vitreuses ; ces roches se trouvent en plus grande quantité dans les régions du nord que dans les autres parties du globe ; on sait qu'en Suède, en Russie, en Sibérie, ces mines magnétiques sont très-communes, et qu'on les cherche à la boussole ; on prétend aussi qu'en Laponie, la plus grande partie du terrain n'est composée que de ces masses ferrugineuses ; si ce dernier fait est aussi vrai que les premiers, il augmenteroit la probabilité déjà fondée, que la variation de l'aiguille aimantée provient de la différente distance et de la situation où l'on se trouve, relativement au gisement de ces grandes masses magnétiques : je dis la variation de l'aiguille aimantée, car je ne prétends pas que sa direction vers les pôles, doive être uniquement attribuée à cette même cause ; je suis persuadé que cette direction de l'aimant est un des effets de l'électricité du globe, et que le froid des régions polaires influe plus qu'aucune autre cause sur la direction de l'aimant (1).

Quoi qu'il en soit, il me paroît certain que

(1) Voyez ci-après l'article de l'*aimant*.

les

les grandes masses des mines de fer en roche ont été produites par le feu primitif, comme les autres grandes masses des matières vitreuses. On demandera peut-être pourquoi ce premier fer de nature, produit par le feu, ne se présente pas sous la forme de métal, pourquoi l'on ne trouve dans ces mines aucune masse de fer pur et pareil à celui que nous fabriquons à nos feux? J'ai prévenu cette question, en prouvant que (1) le fer ne prend de la ductilité que parce qu'il a été comprimé par le marteau; c'est autant la main de l'homme que le feu, qui donne au fer la forme de métal, et qui change en fer ductile la fonte aigre, en épurant cette fonte, et en rapprochant de plus près les parties métalliques qu'elle contient; cette fonte de fer, au sortir du fourneau, reste, comme nous l'avons dit, encore mélangée de plus d'un quart de matières étrangères : elle n'est donc, tout au plus, que d'un quart plus pure que les mines en roche les plus riches, qui par conséquent ont été mêlées, par moitié, de matières vitreuses dans la fusion opérée par le feu primitif.

---

(1) Voyez tome V, quatrième mémoire sur la tenacité du fer, page 222.

On pourra insister en retournant l'objection contre ma réponse, et disant qu'on trouve quelquefois des petits morceaux de fer pur ou natif dans certains endroits, à d'assez grandes profondeurs, sous des rochers ou des couches de terre, qui ne paroissent pas avoir été remuées par la main des hommes, et que ces échantillons du travail de la Nature, quoique rares, suffisent pour prouver que notre art et le secours du marteau ne sont pas des moyens uniques ni des instrumens absolument nécessaires, ni par conséquent les seules causes de la ductilité et de la pureté de ce métal, puisque la Nature, dénuée de ces adminicules de notre art, ne laisse pas de produire du fer assez semblable à celui de nos forges.

Pour satisfaire à cette instance, il suffira d'exposer que, par certains procédés, nous pouvons obtenir du régule de fer, sans instrumens ni marteaux, et par le seul effet d'un feu bien administré et soutenu longtems au dégré nécessaire pour épurer la fonte sans la brûler, en laissant ainsi remuer par le feu, successivement et lentement, les molécules métalliques qui se réunissent alors par une espèce de départ ou séparation des matières hétérogènes dont elles étoient

mélangées ; ainsi la Nature aura pu, dans certaines circonstances, produire le même effet ; mais ces circonstances ne peuvent qu'être extrêmement rares, puisque par nos propres procédés, dirigés à ce but, on ne réussit qu'à force de précautions.

Ce point également intéressant pour l'histoire de la Nature et pour celle de l'art, exige quelques discussions de détail, dans lesquelles nous entrerons volontiers, par la raison de leur utilité. La mine de fer jetée dans nos fourneaux élevés de vingt à vingt-cinq pieds, et remplis de charbons ardens, ne se liquéfie que quand elle est descendue à plus des trois quarts de cette hauteur ; elle tombe alors sous le vent des soufflets, et achève de se fondre au dessus du creuset qui la reçoit, et dans lequel on la tient pendant quelques heures, tant pour en accumuler la quantité, que pour la laisser se purger des matières hétérogènes qui s'écoulent en forme de verre impur qu'on appelle *laitier;* cette matière, plus légère que la fonte de fer, en surmonte le bain dans le creuset. Plus on tient la fonte dans cet état, en continuant le feu, plus elle se dépouille de ses impuretés ; mais, comme l'on ne peut la brasser autant qu'il le faudroit, ni même

la remuer aisément dans ce creuset, elle reste nécessairement encore mêlée d'une grande quantité de ces matières hétérogènes; en sorte que les meilleures fontes de fer en contiennent plus d'un quart, et les fontes communes près d'un tiers, dont il faut les purger pour les convertir en fer (1). Ordinairement on fait, au bout de douze heures, ouverture au creuset; la fonte coule comme un ruisseau de feu dans un long et large sillon où elle se consolide en un lingot ou gueuse de quinze cents à deux mille livres de poids; on laisse ce lingot se refroidir au moule, et on l'en tire pour le conduire sur des rouleaux, et le faire entrer par l'une de ses extrémités dans le foyer de l'affinerie, où cette extrémité, chauffée par un nouveau feu, se ramollit et se sépare du reste du lingot; l'ouvrier perce et pétrit avec des *ringards* (2), cette loupe à demi-liquéfiée, qui,

(1) Dans cet épurement même de la fonte, pour la convertir en fer par le travail de l'affinerie et par la percussion du marteau, il se perd quelques portions de fer que les matières hétérogènes entraînent avec elles; et on en retrouve une partie dans les scories de l'affinerie.

(2) On appelle *ringards*, des barreaux de fer pointus par l'une de leurs extrémités.

par ce travail, s'épure et laisse couler par le fond du foyer une partie de la matière hétérogène que le feu du fourneau de fusion n'avoit pu séparer ; ensuite l'on porte cette loupe ardente sous le marteau, où la force de la percussion fait sortir de sa masse encore molle le reste des substances impures qu'elle contenoit; et ces mêmes coups redoublés du marteau rapprochent et réunissent en une masse solide et plus alongée les parties de ce fer que l'on vient d'épurer, et qui ne prennent qu'alors la forme et la ductilité du métal.

Ce sont-là les procédés ordinaires dans le travail de nos forges; et quoiqu'ils paroissent assez simples, ils demandent de l'intelligence et supposent de l'habitude et même des attentions suivies. L'on ne doit pas traiter autrement les mines pauvres qui ne donnent que trente ou même quarante livres de fonte par quintal ; mais avec des mines riches en métal, c'est-à-dire, avec celles qui donnent soixante-dix, soixante ou même cinquante-cinq pour cent, on peut obtenir du fer et même de l'acier, sans faire passer ces mines par l'état d'une fonte liquide et sans les couler en lingots ; au lieu des hauts fourneaux entretenus en feu sans interruption pendant

plusieurs mois, il ne faut pour ces mines riches que de petits fourneaux qu'on charge et vuide plus d'une fois par jour; on leur a donné le nom de *fourneaux à la catalane;* ils n'ont que trois ou quatre pieds de hauteur; ceux de Stirie en ont dix ou douze, et quoique la construction de ces fourneaux à la catalane et de ceux de Stirie soit différente, leur effet est à peu près le même; au lieu de gueuses ou lingots d'une fonte coulée, on obtient dans ces petits fourneaux des massets ou loupes formées par coagulation, et qui sont assez épurées pour qu'on puisse les porter sous le marteau au sortir de ces fourneaux de liquation: ainsi, la matière de ces massets est bien plus pure que celle des gueuses qu'il faut travailler et purifier au feu de l'affinerie, avant de les mettre sur l'enclume. Ces massets contiennent souvent de l'acier qu'on a soin d'en séparer, et le reste est du bon fer ou du fer mêlé d'acier. Voilà donc de l'acier et du fer, tous deux produits par le seul régime du feu, et sans que l'ouvrier en ait pétri la matière pour la dépurer; et de même lorsque dans les hauts fourneaux on laisse quelques parties de fonte se recuire au feu pendant plusieurs semaines, cette fonte, d'abord mêlée d'un tiers ou d'un

quart de substances étrangères, s'épure, au point de devenir un vrai régule de fer qui commence à prendre de la ductilité; ainsi, la Nature a pu et peut encore, par le feu des volcans, produire des fontes et des régules de fer semblables à ceux que nous obtenons dans ces fourneaux de liquation sans le secours du marteau, et c'est à cette cause qu'on doit rapporter la formation de ces morceaux de fer ou d'acier, qu'on a regardés comme natifs, et qui, quoique très-rares, ont suffi pour faire croire que c'étoit-là le vrai fer de la Nature, tandis que dans la réalité elle n'a formé, par son travail primitif, que des roches ferrugineuses, toutes plus impures que les fontes de notre art.

Nous donnerons dans la suite les procédés par lesquels on peut obtenir des fontes, des aciers et des fers de toutes qualités; l'on verra pourquoi les mines de fer riches peuvent être traitées différemment des mines pauvres; pourquoi la méthode catalane, celle de Stirie et d'autres ne peuvent être avantageusement employées à la fusion de nos mines en grains; pourquoi dans tous les cas nous nous servons du marteau pour achever de consolider le fer, etc. Il nous

suffit ici d'avoir démontré par les faits, que le feu primitif n'a point produit de fer pur semblable à notre fer forgé, mais que la quantité toute entière de la matière de fer s'est mêlée, dans le tems de la consolidation du globe, avec les substances vitreuses, et que c'est de ce mélange que sont composées les roches primordiales de fer et d'aimant; qu'enfin si l'on tire quelquefois du sein de la terre des morceaux de fer, leur formation, bien postérieure, n'est dûe qu'à la main de l'homme ou à la rencontre fortuite d'une mine de fer dans le goufre d'un volcan.

Reprenant donc l'ordre des premiers tems, nous jugerons aisément que les roches ferrugineuses se sont consolidées presque en même tems que les rochers graniteux se sont formés, c'est-à-dire, après la consolidation et la réduction en débris du quartz et des autres premiers verres. Ces roches sont composées de molécules ferrugineuses intimement unies avec la matière vitreuse; elles ont d'abord été fondues ensemble; elles se sont ensuite consolidées par le refroidissement, sous la forme d'une pierre dure et pesante : elles ont conservé cette forme primitive dans tous les lieux où elles n'ont

pas été exposées à l'action des élémens humides ; mais les parties extérieures de ces roches ferrugineuses s'étant trouvées, dès le tems de la première chûte des eaux, exposées aux impressions des élémens humides, elles se sont converties en rouille et en ocre ; cette rouille, détachée de leurs masses, aura bientôt été transportée, comme les sables vitreux, par le mouvement des eaux, et déposée sur le fond de cette première mer, lequel, dans la suite, est devenu la surface de tous nos continens.

Par cette décomposition des premières roches ferrugineuses, la matière du fer s'est trouvée répandue sur toutes les parties de la surface du globe, et par conséquent cette matière est entrée avec les autres élémens de la terre dans la composition des végétaux et des animaux. Leurs détrimens s'étant ensuite accumulés, ont formé la terre végétale dans laquelle la mine de fer en grain s'est produite par la réunion de ces mêmes particules ferrugineuses, disséminées et contenues dans cette terre, qui, comme nous l'avons dit (1), est la vraie matrice de

(1) Voyez l'article de la *terre végétale*, tome VIII de cet ouvrage.

la plupart des minéraux figurés, et en particulier des mines de fer en grains.

La grande quantité de rouille détachée de la surface des roches primitives de fer, et transportée par les eaux, aura dû former aussi des dépôts particuliers en plusieurs endroits; chacune de nos mines d'ocre est un de ces anciens dépôts; car l'ocre ne diffère de la rouille de fer que par le plus ou moins de terre qui s'y trouve mêlée. Et lorsque la décomposition de ces roches primordiales s'est opérée plus lentement, et qu'au lieu de se convertir en rouille grossière, la matière ferrugineuse a été atténuée et comme dissoute par une action plus lente des élémens humides, les parties les plus fines de cette matière ayant été saisies et entraînées par l'eau, ont formé, par stillation, des concrétions ou stalactites ferrugineuses dont la plupart sont plus riches en métal que les mines en grains et en rouille.

On peut réduire toutes les mines de fer de seconde formation à ces trois états de mines en grains, de mines en ocre ou en rouille, et de mines en concrétions; elles ont également été produites par l'action et l'intermède de l'eau; toutes tirent leur ori-

gine de la décomposition des roches primitives de fer, de la même manière que les grès, les argilles et les schistes proviennent de la décomposition des premières matières vitreuses.

J'ai démontré dans l'article de la terre végétale (1), comment se sont formés les grains de la mine de fer ; nous les voyons, pour ainsi dire, se produire sous nos yeux, par la réunion des particules ferrugineuses, disséminées dans cette terre végétale ; et ces grains de mine contiennent quelquefois une plus grande quantité de fer que les roches de fer les plus riches; mais comme ces grains sont presque toujours très-petits, et qu'il n'est jamais possible de les trier un à un, ni de les séparer en entier des terres avec lesquelles ils sont mêlés, sur-tout lorsqu'il s'agit de travailler en grand, ces mines en grains ne rendent ordinairement par quintal que de trente-cinq à quarante-cinq livres de fonte, et souvent moins, tandis que plusieurs mines en roche donnent depuis cinquante jusqu'à soixante et au-delà ; mais je me suis assuré, par quelques essais en petit, qu'on auroit au moins un aussi grand produit en ne

(1) Tome VIII de cette Histoire Naturelle.

faisant fondre que le grain net de ces mines de seconde formation ; elles peuvent être plus ou moins riches en métal, selon que chaque grain aura reçu dans sa composition, une plus ou moins forte quantité de substance métallique, sans mélange de matières hétérogènes ; car de la même manière que nous voyons se former des stalactites plus ou moins pures dans toutes les matières terrestres, ces grains de mine de fer qui sont de vraies stalactites de la terre végétale imprégnée de fer, peuvent être aussi plus ou moins purs, c'est-à-dire, plus ou moins chargés de parties métalliques ; et par conséquent ces mines peuvent être plus riches en métal que le minéral en roche, qui, ayant été formé par le feu primitif, contient toujours une quantité considérable de matière vitreuse. Je dois même ajouter que les mines en stalactites et en masses concrètes en fournissent un exemple sensible ; elles sont, comme les mines en grains, formées par l'intermède de l'eau ; et quoiqu'elles soient toujours mêlées de matières hétérogènes, elles donnent assez ordinairement une plus grande quantité de fer, que la plupart des mines de première formation.

Ainsi, toute mine de fer, soit qu'elle ait été produite par le feu primitif ou travaillée par l'eau, est toujours mélangée d'une plus ou moins grande quantité de substances hétérogènes; seulement on doit observer que, dans les mines produites par le feu, le fer est toujours mélangé avec une matière vitreuse, tandis que dans celles qui ont été formées par l'intermède de l'eau, le mélange est plus souvent de matière calcaire (1). Ces

---

(1) « Les mines de fer de Rougei en Bretagne, sont en masses de rocher, de trois quarts de lieue d'étendue, sur quinze à dix-huit pieds d'épaisseur, disposées en bancs horizontaux; elles sont de seconde formation, et sont en même tems mêlées de matières silicées ». Je ne cite cet exemple que pour faire voir que les mines de seconde formation se trouvent quelquefois mêlées de matières vitreuses; mais dans ce cas, ces matières vitreuses sont elles-mêmes de seconde formation : ce fait m'a été fourni par M. de Grignon, qui a observé ces mines en Bretagne. — Les fameuses mines de fer de Hattenberg en Carinthie, sont dans une montagne qui est composée de pierres calcaires grisâtres, disposées par couches, et qui se divisent en feuillets lorsqu'elles sont longtems exposées à l'air. Le minerai y est rarement en filons réguliers, et il se trouve presque toujours en grandes masses. *Voyages minéralogiques de M. Jaskevisch. Journal de physique, décembre* 1782.

dernières mines, qu'on nomme *spathiques* (1), à cause de ce mélange de spath ou de parties calcaires, ne sont point attirables à l'aimant, parce qu'elles n'ont pas été produites par le feu, et qu'elles ont été, comme les mines en grains ou en rouille, toutes formées du détriment des premières roches ferrugineuses qui ont perdu leur magnétisme par cette décomposition; néanmoins, lorsque ces mines secondaires, formées par l'intermède de l'eau, se trouvent mêlées de sablons ferrugineux qui ont passé par le feu, elles sont alors attirables à l'aimant, parce que ces sablons qui ne sont pas susceptibles de rouille, ne perdent jamais cette propriété d'être attirables à l'aimant.

La fameuse montagne d'Eisenartz en Stirie, haute de quatre cents quatre-vingts toises, est presque toute composée de minéraux ferrugineux de différentes qualités; on en tire, de tems immémorial, tout le fer et l'acier qui se fabriquent dans cette contrée, et l'on a observé (2) que le minéral propre à faire

---

(1) Il y a néanmoins quelques-unes de ces mines attirables à l'aimant, dans le Dauphiné et dans les Pyrénées.

(2) Voyages métallurgiques, par M. Jars, tome I, pages 29 et 30.

de l'acier étoit différent de celui qui est propre à faire du bon fer. Le minéral le plus riche en acier, que l'on appelle *phlint*, est blanc, fort dur et difficile à fondre ; mais il devient rouge ou noir, et moins dur en s'effleurissant dans la mine même ; celui qui est le plus propre à donner du fer doux, est le plus tendre ; il est aussi plus fusible et quelquefois environné de rouille ou d'ocre : le noyau et la masse principale de cette montagne, sont sans doute de fer primordial produit par le feu primitif, duquel les autres minéraux ferrugineux ne sont que des exudations, des concrétions, des stalactites plus ou moins mélangées de matière calcaire, de pyrites et d'autres substances dissoutes ou délayées par l'eau, et qui sont entrées dans la composition de ces masses secondaires, lorsqu'elles se sont formées.

De quelque qualité que soient les mines de fer en roches solides, on est obligé de les concasser et de les réduire en morceaux gros comme des noisettes, avant de les jeter au fourneau ; mais, pour briser plus aisément les blocs de ce minéral ordinairement très-dur, on est dans l'usage de les faire griller au feu ; on établit une couche de bois sec, sur laquelle on met ces gros morceaux

de minéral que l'on couvre d'une autre couche de bois, puis un second lit de minéral, et ainsi alternativement jusqu'à cinq ou six pieds de hauteur; et après avoir allumé le feu, on le laisse consumer tout ce qui est combustible, et s'éteindre de lui-même. Cette première action du feu rend le minéral plus tendre ; on le concasse plus aisément, et il se trouve plus disposé à la fusion qu'il doit subir au fourneau; toutes les roches de fer qui ne sont mélangées que de substances vitreuses, exigent qu'on y joigne une certaine quantité de matière calcaire pour en faciliter la fonte; celles au contraire qui ne contiennent que peu ou point de matière vitreuse, et qui sont mélangées de substances calcaires, demandent l'addition de quelque matière vitrescible, telle que la terre limoneuse qui, se fondant aisément, aide à la fusion de ces mines de fer, et s'empare des parties calcaires dont elles sont mélangées.

Les mines qui ont été produites par le feu primitif, sont, comme nous l'avons dit, toutes attirables à l'aimant, à moins que l'eau ne les ait décomposées et réduites en rouille, en ocre, en grains ou en concrétions; car elles perdent dès-lors cette pro-

priété magnétique ; cependant les mines primitives ne sont pas les seules qui soient attirables à l'aimant; toutes celles de seconde formation qui auront subi l'action du feu, soit dans les volcans, soit par les incendies des forêts, sont également et souvent aussi susceptibles de cette attraction; en sorte que si l'on s'en tenoit à cette seule propriété, elle ne suffiroit pas pour distinguer les mines ferrugineuses de première formation, de toutes les autres qui, quoique de formation bien postérieure, sont également attirables à l'aimant ; mais il y a d'autres indices assez certains par lesquels on peut les reconnoître. Les matières ferrugineuses primitives sont toutes en très-grandes masses, et toujours intimement mêlées de matière vitreuse ; celles qui ont été produites postérieurement par les volcans ou par d'autres incendies, ne se trouvent qu'en petits morceaux, et le plus souvent en paillettes et en sablons, et ces sablons ferrugineux et très-attirables à l'aimant, sont ordinairement bien plus réfractaires au feu que la roche de fer la plus dure : ces sablons ont apparemment essuyé une si forte action du feu, qu'ils ont, pour ainsi dire, changé de nature, et perdu toutes leurs propriétés métalliques, car il ne leur

est resté que la seule qualité d'être attirables à l'aimant, qualité communiquée par le feu, et qui, comme l'on voit, n'est pas essentielle à toute matière ferrugineuse, puisque les mines qui ont été formées par l'intermède de l'eau, en sont dépourvues ou dépouillées, et qu'elles ne reprennent ou n'acquièrent cette propriété magnétique qu'après avoir passé par le feu.

Toute la quantité, quoiqu'immense, du fer disséminé sur le globe, provient donc originairement des débris et détrimens des grandes masses primitives, dans lesquelles la substance ferrugineuse est mêlée avec la matière vitreuse et s'est consolidée avec elle; mais ce fer disséminé sur la terre se trouve dans des états très-différens, suivant les impressions plus ou moins fortes qu'il a subies par l'action des autres élémens, et par le mélange de différentes matières. La décomposition la plus simple du fer primordial est sa conversion en rouille; les faces des roches ferrugineuses, exposées à l'action de l'acide aérien, se sont couvertes de rouille; et cette rouille de fer en perdant sa propriété magnétique, a néanmoins conservé ses autres qualités, et peut même se convertir en métal plus aisément que la roche dont elle

tire son origine. Ce fer réduit en rouille, et transporté dans cet état par les eaux sur toute la surface du globe, s'est plus ou moins mêlé avec la terre végétale; il s'y est uni et atténué au point d'entrer avec la sève dans la composition de la substance des végétaux, et par une suite nécessaire, dans celle des animaux ; les uns et les autres rendent ensuite ce fer à la terre par la destruction de leur corps. Lorsque cette destruction s'opère par la pourriture, les particules de fer provenant des êtres organisés, n'en sont pas plus magnétiques, et ne forment toujours qu'une espèce de rouille plus fine et plus ténue que la rouille grossière dont elles ont tiré leur origine ; mais si la destruction des corps se fait par le moyen du feu, alors toutes les molécules ferrugineuses qu'ils contenoient, reprennent, par l'action de cet élément, la propriété d'être attirables à l'aimant, que l'impression des élémens humides leur avoit ôtée ; et comme il y a eu dans plusieurs lieux de la terre de grands incendies de forêts, et presque par-tout des feux particuliers, et des feux encore plus grands dans les terrains volcanisés, on ne doit pas être surpris de trouver à la surface et dans l'intérieur des

premières couches de la terre, des particules de fer attirables à l'aimant, d'autant que les détrimens de tout le fer fabriqué par la main de l'homme, toutes les poussières de fer produites par le frottement et par l'usure, conservent cette propriété tant qu'elles ne sont pas réduites en rouille. C'est par cette raison que dans une mine dont les particules en rouille ou les grains, ne sont point attirables à l'aimant, il se trouve souvent des paillettes ou sablons magnétiques, qui, pour la plupart, sont noirs, et quelquefois brillans comme du mica ; ces sablons, quoique ferrugineux, ne sont ni susceptibles de rouille, ni dissolubles par les acides, ni fusibles au feu ; ce sont des particules d'un fer qui a été brûlé autant qu'il peut l'être, et qui a perdu, par une trop longue ou trop violente action du feu, toutes ses qualités, à l'exception de la propriété d'être attiré par l'aimant, qu'il a conservée ou plutôt acquise par l'impression de cet élément.

Il se trouve donc dans le sein de la terre beaucoup de fer en rouille et une certaine quantité de fer en paillettes attirables à l'aimant. On doit rechercher le premier pour le fondre, et rejeter le second qui est presque infusible. Il y a dans quelques

endroits d'assez grands amas de ces sablons ferrugineux que des artistes peu expérimentés ont pris pour de bonnes mines de fer, et qu'ils ont fait porter à leur fourneau, sans se douter que cette matière ne pouvoit s'y fondre. Ce sont ces mêmes sablons ferrugineux, qui se trouvent toujours mêlés avec la platine, et qui font même partie de la substance de ce minéral.

Voilà donc déjà deux états sous lesquels se présente le fer disséminé sur la terre ; celui d'une rouille qui n'est point attirable à l'aimant, et qui se fond aisément à nos fourneaux, et celui des paillettes ou sablons magnétiques qu'on ne peut réduire que très-difficilement en fonte. Mais indépendamment de ces deux états, les mines de fer de seconde formation se trouvent encore sous plusieurs autres formes, dont la plus remarquable, quoique la plus commune, est en grains plus ou moins gros ; ces grains ne sont point attirables à l'aimant, à moins qu'ils ne renferment quelques atomes de ces sablons dont nous venons de parler ; ce qui arrive assez souvent, lorsque les grains sont gros ; les œtites ou géodes ferrugineuses doivent être mises au nombre de ces mines de fer en grains, et leur substance est quelquefois

mêlée de ces paillettes attirables à l'aimant; la Nature emploie les mêmes procédés pour la formation de ces géodes ou gros grains, que pour celle des plus petits ; ces derniers sont ordinairement les plus purs, mais tous, gros et petits, ont au centre une cavité vuide ou remplie d'une matière qui n'est que peu ou point métallique, et plus les grains sont gros, plus est grande proportionnellement la quantité de cette matière impure qui se trouve dans le centre. Tous sont composés de plusieurs couches superposées et presque concentriques ; et ces couches sont d'autant plus riches en métal qu'elles sont plus éloignées du centre. Lorsqu'on veut mettre au fourneau de grosses géodes, il faut en séparer cette matière impure qui est au centre, en les faisant concasser et laver. Mais on doit employer de préférence les mines en petits grains, qui sont aussi plus communes et plus riches que les mines en géodes ou en très-gros grains.

Comme toutes nos mines de fer en grains ont été amenées et déposées par les eaux de la mer, et que dans ce mouvement de transport, chaque flot n'a pu se charger que de matières d'un poids et d'un volume à peu près égaux, il en résulte un effet qui,

quoique naturel, a paru singulier; c'est que dans chacun de ces dépôts, les grains sont tous à très-peu près égaux en grosseur, et sont en même tems de la même pesanteur spécifique. Chaque minière de fer a donc son grain particulier; dans les unes les grains sont aussi petits que la graine de moutarde; dans d'autres, ils sont comme de la graine de navette, et dans d'autres ils sont gros comme des pois. Et les sables ou graviers, soit calcaires, soit vitreux, qui ont été transportés par les eaux avec ces grains de fer, sont aussi du même volume et du même poids que les grains, à très-peu près, dans chaque minière. Souvent ces mines en grains sont mêlées de sables calcaires, qui, loin de nuire à la fusion, servent de castine ou fondant; mais quelquefois aussi elles sont enduites d'une terre argilleuse et grasse, si fort adhérente aux grains, qu'on a grande peine à la séparer par le lavage; et si cette terre est de l'argille pure, elle s'oppose à la fusion de la mine, qui ne peut s'opérer qu'en ajoutant une assez grande quantité de matière calcaire. Ces mines mélangées de terres attachantes qui demandent beaucoup plus de travail au lavoir et beaucoup plus de feu au fourneau, sont celles

qui donnent le moins de produit, relativement à la dépense. Cependant, en général, les mines en grains coûtent moins à exploiter et à fondre que la plupart des mines en roches, parce que celles-ci exigent de grands travaux pour être tirées de leur carrière, et qu'elles ont besoin d'être grillées pendant plusieurs jours avant d'être concassées et jetées au fourneau de fusion.

Nous devons ajouter à cet état du fer en grains, celui du fer en stalactites ou concrétions continues, qui se sont formées, soit par l'agrégation des grains, soit par la dissolution et le flux de la matière dont ils sont composés, soit par des dépôts de toute autre matière ferrugineuse, entraînée par la stillation des eaux; ces concrétions ou stalactites ferrugineuses sont quelquefois très-riches en métal, et souvent aussi elles sont mêlées de substances étrangères et sur-tout de matières calcaires qui facilitent leur fusion, et rendent ces mines précieuses par le peu de dépense qu'elles exigent, et le bon produit qu'elles donnent.

On trouve aussi des mines de fer mêlées de bitume et de charbon de terre; mais il est rare qu'on puisse en faire usage, parce qu'elles sont presque aussi combustibles que

ce charbon (1), et que souvent la matière ferrugineuse y est réduite en pyrites, et s'y trouve en trop petite quantité pour qu'on puisse l'extraire avec profit.

Enfin, le fer disséminé sur la terre se trouve encore dans un état très-différent des trois états précédens; cet état est celui de pyrite, minéral ferrugineux, dont le fond n'est que du fer décomposé et intimement lié avec la substance du feu fixe qui a été saisie par l'acide; la quantité de ces pyrites ferrugineuses est peut-être aussi grande que celle des mines de fer en grains et en rouille; ainsi, lorsque les détrimens du fer primordial n'ont été attaqués que par l'humidité de l'air ou l'impression de l'eau, ils se sont convertis en rouille, en ocre, ou formés en stalactites et en grains; et quand ces mêmes détrimens ont subi une violente action du feu, soit dans les volcans, soit par d'autres incendies, ils ont été brûlés autant qu'ils pouvoient l'être, et se sont transformés en mâchefer, en sablon et paillettes attirables

(1) M. Cronstedt, dans les mémoires de l'académie de Suède, année 1751, tome XII, page 230, a donné la description détaillée d'une de ces mines de fer combustibles.

à l'aimant; mais, lorsque ces mêmes détrimens, au lieu d'être travaillés par les élémens humides ou par le feu, ont été saisis par l'acide chargé de la substance du feu fixe, ils ont, pour ainsi dire, perdu leur nature de fer, et ils ont pris la forme de pyrites, que l'on ne doit pas compter au nombre des vraies mines de fer, quoiqu'elles contiennent une grande quantité de matière ferrugineuse, parce que le fer y étant dans un état de destruction, et intimement uni ou combiné avec l'acide et le feu fixe, c'est-à-dire, avec le soufre qui est le destructeur du fer, on ne peut ni séparer ce métal, ni le rétablir par les procédés ordinaires; il se sublime et brûle au lieu de fondre, et même une assez petite quantité de pyrites jetées dans un fourneau avec la mine de fer, suffit pour en gâter la fonte : on doit donc éviter avec soin l'emploi des mines mêlées de parties pyriteuses, qui ne peuvent donner que de fort mauvaise fonte et du fer très-cassant.

Mais ces mêmes pyrites, dont on ne peut guère tirer les parties ferrugineuses par le moyen du feu, reproduisent du fer en se décomposant par l'humidité; exposées à l'air, elles commencent par s'effleurir à la surface, et bientôt elles se réduisent

en poudre ; leurs parties ferrugineuses reprennent alors la forme de rouille, et dès-lors on doit compter ces pyrites décomposées au nombre des autres mines de fer ou des rouilles disséminées, dont se forment les mines en grains (1) et en concrétions.

---

(1) Quelques minéralogistes ont même prétendu que toutes les mines de fer en grains et en concrétions, doivent leur origine à la décomposition des pyrites. « Toutes les mines de Champagne, dit M. de Grignon, sont produites par la décomposition des pyrites martiales... Celles de Poisson, de Noncourt et de Montreuil, sont les plus abondantes, les plus riches et les meilleures de la province; on les appelle, quoiqu'improprement, *mines en roche*, parce qu'on les tire en assez grand volume, et qu'elles se trouvent dans les fentes des rochers calcaires.... Elles sont formées par le dépôt de la destruction des pyrites, et elles ont dans leur structure, une infinité de formes différentes, par feuillets, par cases carrées ou oblongues; et ces mines en masses sont encore mêlées avec d'autres mines en petits grains, semblables à toutes les autres mines en grains de ce canton, sur plus de vingt lieues d'étendue depuis Saint-Dizier, en remontant vers les sources de la Marne, de la Blaise et de l'Aube ». *Mémoires de physique, etc., pages* 22 *et* 25.

Je dois observer que cette opinion seroit trop exclusive ; la destruction des pyrites martiales n'est pas la seule cause de la production des mines en

Ces concrétions se trouvent quelquefois mélangées avec de la terre limoneuse, et même avec de petits cailloux ou du sable vitreux; et lorsqu'elles sont mêlées de matières calcaires, elles prennent des formes semblables à celle du spath, et on les a dénommées *mines spathiques* ; ces mines sont ordinairement très-fusibles et souvent fort riches en métal (1). Quelques-unes, comme celle

---

concrétions ou en grains, puisque tous les détrimens des matières ferrugineuses doivent les produire également, et que d'ailleurs la décomposition et la dissémination universelle de la matière ferrugineuse par l'eau, a précédé nécessairement la formation des pyrites, qui ne sont en effet produites que dans les lieux où la matière ferrugineuse, l'acide et le feu fixe des détrimens des végétaux et des animaux se sont trouvés réunis. Aussi, M. de Grignon modifie-t-il son opinion dans sa préface, page 7 : « Je prouve, dit-il, par des observations locales, que toutes les mines de fer de Champagne sont le produit de la décomposition des pyrites, qui sont abondantes dans cette province, ou du ralliement des particules de fer, disséminées dans les corps détruits qui en contiennent, ou du fer même décomposé : que ces mines ont été le jouet des eaux dont elles ont suivi l'impulsion, et qui les ont accumulées ou étendues entre des couches de terre de diverses qualités, ou les ont ensachées entre des fentes de rochers ».

(1) La mine spathique, connue en Dauphiné sous

de Conflans en Lorraine, sont en assez grandes masses et en gros blocs, d'un grain serré et d'une couleur tannée; ce minéral est rempli de cristallisations de spath, de bélemnites, de cornes d'ammon, etc. il est très-riche et donne du fer de bonne qualité (1).

Il en est de même des mines de fer cristallisées, auxquelles on a donné le nom d'*hématites* (2); parce qu'il s'en trouve sou-

---

le nom de *maillat*, donne plus de cinquante pour cent; et celle de Champagne qne M. de Grignon appelle *mine tuberculeuse, isabelle, spathique*, donne soixante-cinq pour cent. Voyez *Mémoires de physique, page 29*.

(1) *Idem, ibidem*, page 378.

(2) L'hématite peut être regardée comme une chaux de fer, mais toujours cristallisée; cette cristallisation est en aiguilles ou en rayons, souvent divergens, et qui paroissent tendre du centre à la circonférence. On distingue trois sortes de mines de fer en hématites, l'une cristallisée et striée comme le cinabre, une autre grenue et compacte, une troisième en masse homogène et lisse; c'est de cette dernière qu'on appelle *sanguine*, dont se servent les dessinateurs; celle qu'on nomme *brouillamini*, n'est qu'un bol ferrugineux, durci par le dessèchement à l'air. *Note communiquée par M. de Grignon.*

lorsqu'on les réduit en poudre, elles prennent toutes une couleur d'un rouge plus ou moins vif; et l'on peut les considérer en général comme l'un des derniers produits de la décomposition du fer par l'intermède de l'eau.

Les hématites, les mines spathiques et autres concrétions ferrugineuses de quelque substances qu'elles soient mêlées, ne doivent pas être confondues avec les mines du fer primordial; elles ne sont que de seconde ou de troisième formation : les premières roches de fer ont été produites par le feu primitif, et sont toutes intimement mélangées de matières vitreuses; les détrimens de ces premières roches ont formé les rouilles et les ocres que le mouvement des eaux a transportées sur toutes les parties du globe; les particules plus ténues de ces rouilles ferrugineuses, ont été pompées par les végétaux, et sont entrées dans leur composition et dans celle des animaux, qui les ont ensuite rendues à la terre, par la pour-

Ces hématites sont très-pesantes et contiennent beaucoup de fer, mais souvent c'est un fer aigre et intraitable. *Histoire naturelle d'Espagne, par M. Bowles, pages* 69 *et* 334.

riture

riture et la destruction de leur corps. Ces mêmes molécules ferrugineuses ayant passé par le corps des êtres organisés, ont conservé une partie des élémens du feu dont elles étoient animées, pendant qu'ils étoient vivans, et c'est de la réunion de ces molécules de fer animées de feu, dont se sont formées les pyrites qui ne contiennent en effet que du fer, du feu fixe et de l'acide, et qui d'ailleurs se présentant toujours sous une forme régulière, n'ont pu la recevoir que par l'impression des molécules organiques, encore actives dans les derniers résidus des corps organisés. Et comme les végétaux produits et détruits dans les premiers âges de la Nature, étoient en nombre immense, la quantité des pyrites, produites par leurs résidus, est de même si considérable qu'elle surpasse en quelques endroits celle des mines de fer en rouille et en grains, et les pyrites se trouvent souvent enfouies à de plus grandes profondeurs que les unes et les autres.

C'est de la décomposition successive de ces pyrites et de tous les autres détrimens du fer primordial ou secondaire, que se sont ensuite formées les concrétions spathiques et les mines en masses ou en grains,

qui toutes sont de seconde et de troisième formation : car, indépendamment des mines en rouille ou en grains, qui ont autrefois été transportées, lavées et déposées par les eaux de la mer; indépendamment de celles qui ont été produites par la destruction des pyrites et par celle de tout le fer dont nous faisons usage, on ne peut douter qu'il ne se forme encore tous les jours de la mine de fer en grains dans la terre végétale, et des pyrites dans toutes les terres imprégnées d'acide, et que par conséquent les mines secondaires de fer ne puissent se reproduire plusieurs fois de la même manière qu'elles ont d'abord été produites, c'est-à-dire, avec les mêmes molécules ferrugineuses, provenant originairement des détrimens des roches primordiales de fer, qui se sont mêlées dans toutes les matières brutes et dans tous les corps organisés, et qui ont successivement pris toutes les formes sous lesquelles nous venons de les présenter.

Ainsi, ces différentes transformations du fer n'empêchent pas que ce métal ne soit un dans la Nature, comme tous les autres métaux; ses mines, à la vérité, sont plus sujettes à varier que toutes les autres mines métalliques; et comme elles sont en même

tems les plus difficiles à traiter, que les expériences, sur-tout en grand, sont longues et très-coûteuses, et que les procédés, ainsi que les résultats des routines ou méthodes ordinaires, sont très-différens les uns des autres, bien des gens se sont persuadés que la Nature qui produit par-tout le même or, le même argent, le même cuivre, le même plomb, le même étain, s'étoit prêtée à une exception pour le fer, et qu'elle en avoit formé de qualités très-différentes, non seulement dans les divers pays, mais dans les mêmes lieux; cependant cette idée n'est point du tout fondée; l'expérience m'a démontré que l'essence du fer est toujours et par-tout la même (1), en sorte que l'on peut avec les plus mauvaises mines, venir à bout de faire des fers d'aussi bonne qualité qu'avec les meilleures; il ne faut pour cela que purifier ces mines en les purgeant de la trop grande quantité de matières étrangères qui s'y trouvent; le fer qu'on en tirera sera dès-lors aussi bon qu'aucun autre.

Mais, pour arriver à ce point de perfection, il faut un traitement différent suivant

(1) Voyez ce que j'ai dit à ce sujet, dans *la partie expérimentale, quatrième mémoire et suiv.*

la nature de la mine ; il faut l'essayer en petit et la bien connoître avant d'en faire usage en grand ; et nous ne pouvons donner sur cela que des conseils généraux, qui trouveront néanmoins leur application particulière dans un très-grand nombre de cas. Toute roche primordiale de fer, ou mine en roche mélangée de matière vitreuse, doit être grillée pendant plusieurs jours, et ensuite concassée en très-petits morceaux avant d'être mise au fourneau ; sans cette première préparation qui rend le minéral moins dur, on ne viendroit que très-difficilement à bout de le briser, et il refuseroit même d'entrer en fusion au feu du fourneau, ou n'y entreroit qu'avec beaucoup plus de tems ; il faut toujours y mêler une bonne quantité de castine ou matière calcaire. Le traitement de ces mines exige donc une plus grande dépense que celui des mines en grains, par la consommation plus grande des combustibles employés à leur réduction ; et à moins qu'elles ne soient, comme celles de Suède, très-riches en métal, ou que les combustibles ne soient à très-bas prix, le produit ne suffit pas pour payer les frais du travail.

Il n'en est pas de même des mines en

concrétions et en masses spathiques ou mélangées de matières calcaires; il est rarement nécessaire de les griller (1); on les casse aisément au sortir de leur minière, et elles se fondent avec une grande facilité et sans addition, sinon d'un peu de terre limoneuse ou d'autre matière vitrifiable, lorsqu'elles se trouvent trop chargées de substance calcaire; ces mines sont donc celles qui donnent le plus de produit relativement à la dépense.

Pour qu'on puisse se former quelque idée du gisement et de la qualité des mines primordiales ou roches de fer, nous croyons devoir rapporter ici les observations que M. Jars, de l'académie des sciences, a faites dans ses voyages. « En Suède, dit-il, la mine de Nordmarck, à trois lieues au nord de Philipstad, est en filons perpendiculaires, dans une montagne peu élevée au milieu d'un très-large vallon; les filons suivent la

---

(1) Il y a cependant dans les Pyrénées et dans le Dauphiné, des mines spathiques où la matière calcaire est si intimement unie, et en si grande quantité, avec la substance ferrugineuse, qu'il est nécessaire de les griller, afin de réduire en chaux cette matière calcaire que l'on en sépare ensuite par le lavage; mais ces sortes de mines ne font qu'une légère exception à ce qui vient d'être dit.

direction de la montagne qui est du nord au sud, et ils sont presque tous à très-peu près parallèles; ils ont en quelques endroits sept ou huit toises de largeur. Les montagnes de ce district, et même de toute cette province, sont de granit; mais les filons de mines de fer se trouvent aux environs, dans une espèce de pierre bleuâtre et brunâtre : cette pierre est unie aux filons de fer, comme le quartz l'est au plomb, au cuivre, etc. Lorsque le granit s'approche du filon, il le dérange et l'oblitère; ainsi, les filons de fer ne se trouvent point dans le granit : le meilleur indice est le mica blanc et noir à grandes facettes; on est presque toujours sûr de trouver, au dessous, du minéral riche. Il y a aussi de la pierre calcaire aux environs des granits; mais le fer ne s'y trouve qu'en rognons et non pas en filons; ce qui prouve qu'il est de seconde formation dans ces pierres calcaires. Le minéral est attirable à l'aimant; il est très-dur, très-compact et fort pesant; il donne plus de 50 pour 100 de bonne fonte; ces mines sont en masse, et on les travaille comme nous exploitons nos carrières les plus dures avec de la poudre.

» Les mines de Presberg, à deux lieues

à l'orient de Philipstad, sont de même en filons et dans des rochers assez semblables à ceux de Nordmarck; ces filons sont quelquefois accompagnés de grenats, de schorl et d'une pierre micacée assez semblable à la craie de Briançon; ils sont situés dans une presqu'île environnée d'un très-grand lac; ils sont parallèles et vont comme la presqu'île, du nord au sud.

» On dédaigne d'exploiter les filons qui n'ont pas au moins une toise d'épaisseur: le minéral rend en général 50 pour 100 de fonte. Les filons sont presque perpendiculaires, et les différentes mines ont depuis 12 jusqu'à 40 toises de profondeur.

» On fait griller le minéral avant de le jeter dans les hauts fourneaux qui ont environ vingt-cinq pieds de hauteur; on le fond à l'aide d'une castine calcaire.

» Les mines de Danemora dans la province d'Upland, à une lieue d'Upsal, sont les meilleures de toute la Suède: le minéral est communément uni avec une matière fusible (1), en sorte qu'il se fond seul et sans

---

(1) *Nota.* J'observerai que, si cette mine est de première formation, la matière dont le minéral est mélangé et qui lui est intimement unie, ne doit

addition de matière calcaire. Ces mines de Danemora sont au bord d'un grand lac; les filons en sont presque perpendiculaires et parallèles dans une direction commune du nord-est au sud-ouest; quoique tous les rochers soient de granit, les filons de fer sont toujours, comme ceux des mines précédentes, dans une pierre bleuâtre (1) : il y a actuelle-

---

pas être calcaire, mais que ce pourroit être du feld-spath ou du schorl, qui non seulement sont très-fusibles par eux-mêmes, mais qui communiquent de la fusibilité aux substances dans lesquelles ils se trouvent incorporés.

(1) M. Jars ne dit pas si cette pierre bleue est vitreuse ou calcaire; sa couleur bleue provient certainement du fer qui fait partie de sa substance; et je présume que sa fusibilité peut provenir du feld-spath et du schorl qui s'y trouvent mêlés, et qu'elle ne contient point de substance calcaire à laquelle on pourroit attribuer sa fusibilité; ma présomption est fondée sur ce que cette mine descend jusqu'à 80 toises dans un terrain qui n'est environné que de granit, et où M. Jars ne dit pas avoir observé des bancs de pierre calcaire : il me paroît donc que cette mine de Danemora est de première formation, comme celles de Presberg et de Nordmarck; et que quoiqu'elle soit plus fusible, elle ne contient que de la matière vitreuse, comme toutes les autres mines de fer primitives.

ment dix mines en exploitation sur trois filons bien distincts ; la plus profonde de ces mines est exploitée jusqu'à quatre-vingts toises de profondeur; elle est, comme toutes les autres, fort incommodée par les eaux: on les exploite comme des carrières de pierres dures, en faisant au jour de très-grandes ouvertures. Le minéral est très-attirable à l'aimant; on lui donne sur tous les autres, la préférence pour être converti en acier; on y trouve quelquefois de l'asbeste : on exploite ces mines tant avec la poudre à canon qu'avec de grands feux de bois allumés, et l'on jette ce bois depuis le dessus de la grande ouverture. Après l'extraction de ces pierres de fer en quartiers plus ou moins gros, on en impose de deux pieds de hauteur sur une couche de bois de sapin de deux pieds d'épaisseur, et l'on couvre le minéral d'un pied et demi de poudre de charbon, et ensuite on met le feu au bois : le minéral attendri par ce grillage (1), est broyé sous un marteau ou

---

(1) « Le but du rôtissage des mines est moins pour dissiper les parties volatiles, quoiqu'il remplisse cet objet lorsque le minéral en contient, que de rompre le gluten, et de désunir les parties terreuses

bocard, après quoi on le jette au fourneau seul et sans addition de castine ».

Dans plusieurs endroits, les mines de fer en roche sont assez magnétiques pour qu'on puisse les trouver à la boussole; cet indice est l'un des plus certains pour distinguer les mines de première formation par le feu, de celles qui n'ont ensuite été formées que

---

d'avec les métalliques..... De dur et compact il devient, après le rôtissage, tendre, friable et attirable par l'aimant, supposé qu'il ne le fût pas auparavant : l'air avec le tems peut produire le même effet que le rôtissage, mais il ne rend pas le minerai attirable par l'aimant..... Si le rôtissage est trop fort, le minerai produit moins de métal..... En Norvège et en Suède, où les minerais sont attirables par l'aimant, et par conséquent plus métallisés naturellement que ceux que nous avons en France, on les rôtit toujours préalablement à la fonte qui se fait dans les hauts fourneaux....

» Si l'on prend les mêmes espèces de minerai de fer, que l'on en fasse rôtir la moitié, et qu'on les fonde séparément.... on obtiendra des fontes dont la différence sera sensible; la fonte qui proviendra du minerai rôti, sera plus pure que l'autre, le feu du grillage ayant commencé à désunir les parties terreuses d'avec les métalliques, et à dissiper l'acide sulfureux, s'il y en avoit, ainsi que les parties volatiles ». *Voyages métallurgiques, par M. Jars, tome I, pages 8 et 12.*

par l'intermède de l'eau ; mais de quelque manière et par quelqu'agent que ces mines aient été travaillées, l'élément du fer est toujours le même (1), et l'on peut, en y

---

(1) Le fer est un : ce qui en fait douter, c'est la variété presque infinie qui se trouve dans les fers, telle qu'avec la même mine et dans la même forge, on a souvent de bon et de mauvais fer ; mais ce n'est pas que l'élément du fer ne soit le même, et ces différences viennent d'abord des matières hétérogènes qu'on est obligé de fondre avec la mine, et ensuite du différent travail des ouvriers à l'affinerie. On fait en Suède le meilleur fer du monde avec les plus mauvaises mines, c'est-à-dire, avec les mines les plus aigres et les plus réfractaires ; mais au moyen du grillage, avant de les jeter au fourneau, et ensuite en tenant plus long-tems la fonte en fusion, et enfin par l'emploi du charbon doux à l'affinerie, on donne au fer un grand dégré de perfection : nous pouvons rendre bons tous nos mauvais fers en les forgeant une seconde fois et repliant la barre sur elle-même ; le marteau en fera sortir une matière vitrifiée ; il y aura du déchet pour le volume et le poids, mais la qualité du fer en sera bien meilleure. Nous pouvons de même purifier nos fontes, d'abord en les laissant plus long-tems au fourneau, et mieux encore en les faisant fondre une seconde fois.

Pour avoir du bon fer avec toute espèce de mine, en masse de pierre ou roche, il faut néces-

mettant tous les soins nécessaires, faire du bon fer avec les plus mauvaises mines ; tout dépend du traitement de la mine et du régime du feu, tant au fourneau de fusion qu'à l'affinerie.

Comme l'on sait maintenant fabriquer le fer dans presque toutes les parties du monde, nous pouvons donner ici l'énumération des mines de fer qui se travaillent actuellement chez tous les peuples policés. On connoît en France celles d'Allevard en Dauphiné, qui sont en masses concrètes, et qui donnent de très-bon fer et d'assez bon acier par la fonte, que l'on appelle *acier de rive :* « J'ai vu, dit M. de Grignon, environ vingt filons de mines spathiques dans les montagnes d'Allevard ; il y en a qui ont six pieds et plus de largeur sur une hauteur incommensurable ; ils marchent régulièrement et sont presque tous perpendiculaires : on donne le

---

sairement les faire griller d'abord en les réduisant en très-petits morceaux, avant de les jeter au fourneau : cette préparation, par le grillage, n'est pas nécessaire pour les mines en grains, qu'il suffira de bien laver pour en séparer, autant qu'il est possible, les terres et les sables. *Mémoires de physique de M. de Grignon, page 39.*

nom de *maillat* à ceux des filons dont le minerai fond aisément et donne du fer doux, et l'on appelle *rive*, les filons dont le minerai est bien moins fusible et produit du fer dur : c'est avec le mélange d'un tiers de maillat sur deux tiers de rive, qu'on fait fondre la mine de fer dont on fait ensuite de bon acier connu sous le nom d'*acier de rive* (1) ».

Les mines du Berri (2), de la Champagne,

---

(1) Note communiquée par M. le chevalier de Grignon, le 21 septembre 1778.

(2) Dans le Berri, le fer est si commun que je ne crois pas qu'on puisse assigner aucun endroit dont on n'en puisse tirer ; aussi travaille-t-on beaucoup ce métal, et fait-il l'objet d'un commerce important. On ne le cherche pas bien profondément dans les entrailles de la terre, et il n'est pas distribué par filons comme les autres métaux ; il est répandu sur la surface, ou tout au plus à quelques pieds de profondeur... On creuse jusqu'à quatre ou cinq pieds, et on en tire une terre jaune, mêlée de cailloux et de petites boules rougeâtres, grosses comme des pois ; c'est la mine de fer : la meilleure est celle qui est la plus ronde, pesante, rouge et brillante en dedans et non pas noire. On débarrasse cette mine de la terre jaune, qui est une espèce d'ocre, en la mettant dans des corbeilles que l'on promène dans les mares ; l'eau délaie et emporte

de la Bourgogne, de la Franche-Comté, du Nivernois, du Languedoc (1), et de

---

la terre, et ne laisse que la mine et les cailloux : par une autre opération, mais fort grossière, on sépare les cailloux d'avec la mine, en sorte qu'il en reste toujours une quantité considérable. Cette mine en grains, donne un fer très-doux, mais fournit peu; on la mêle avec une autre qu'on tire en gros quartiers, dans des carrières au village de Sans, près Sancerre; on casse celle-ci en petits morceaux d'un pouce cubique, etc. *Observations d'histoire naturelle, par M. le Monnier. Paris*, 1739, *page* 117.

(1) On trouve dans le vallon de Trépalon, diocèse d'Alais, une quantité de mines de fer, à l'opposite de celles de charbon; elles sont d'une bonne qualité.... Leurs veines, après avoir traversé le Gardon, un peu au dessous de la Blaquière, se trouvent recouvertes d'un banc d'ocre naturelle, qui est très-belle, et dont on pourroit tirer parti. Les veines de fer traversent celles du charbon, qu'elles interceptent un peu au dessus du Mas-des-Bois, après quoi celles de charbon reprennent leur cours et se divisent en deux branches vers la Blaquière. *Histoire naturelle du Languedoc, par M. de Gensanne, tome I, page* 216.

A un petit quart de lieue des mines de charbon, qui se trouvent entre Bize et le Pont-de-Cabessac, au diocèse de Narbonne, au lieu appelé Saint-Aulaire, sur le chemin de Montaulieu, on trouve de très-bonnes mines de fer; elles sont en général en grenailles

quelques autres provinces de France, sont pour la plupart en rouille et en grains, et fournissent la plus grande partie des fers qui se consomment dans le royaume. En général, on peut dire qu'il y a en France des mines de fer de presque toutes les sortes ; celles qui sont en masses solides se trouvent

---

rondes, semblables à de la dragée de plomb ; et ces grenailles sont fort pesantes et donnent ordinairement du fer de la première qualité ; cette espèce de minéral est ici très-abondante... Nous avons trouvé également de très-bonnes mines de fer au pied de la montagne du Tauche, même diocèse, et à Segure, auprès du ruisseau, une mine d'argent mêlée de mine de fer.... La montagne de Bergueiroles, dans la paroisse de Saint-Paul de la Coste, au diocèse d'Alais... est pénétrée de toutes parts par de grosses veines presque horizontales de mine de fer cristallisée, blanche et noire : ces veines, qui sont les unes au dessus des autres, sont séparées par de fortes couches de pierre à chaux, en sorte que le minéral n'a pas la moindre communication avec les roches vitrifiables, et se trouve à plus de deux cents toises au dessus de la base de la montagne qui, comme presque toutes les montagnes calcaires, porte sur un fond schisteux... Je puis dire la même chose des riches mines de fer des Cerbières, telles que celles de Cascatel, d'Aveja, de Villerouge et autres... J'ai trouvé dans les landes de Cérisy, au diocèse de Bayeux, quantité de coquillages bivalves, dont toute la substance de la coquille et du

non seulement en Dauphiné, mais aussi dans le Roussillon, le comté de Foix, la Bretagne et la Lorraine, et celles qui sont en grains ou en rouille se présentent en grand nombre dans presque toutes les autres provinces de ce royaume.

L'Espagne a aussi ses mines de fer dont quelques-unes sont en masses concrètes, qui se sont formées de la dissolution et du détriment des masses primitives; d'autres qui fournissent beaucoup de vitriol ferrugineux, et qui paroissent être produites par l'intermède de l'eau chargée d'acide; il y en a d'autres en ocre et en grains dans plusieurs endroits de la Catalogne, de l'Arragon, etc. (1).

---

poisson est changée en véritable mine de fer. J'ai aussi trouvé dans les Corbières, au diocèse de Narbonne, des morceaux de bois entièrement changés en mine de fer. *Histoire naturelle du Languedoc, par M. Gensanne, tome II, pages* 12, 13, 14, 175, 176 *et* 183.

(1) Entre Alcocer et Orellena, il y a une mine de fer dans une espèce de grès, où j'ai vu l'ocre la plus belle et la plus fine qu'il y ait au monde. On traverse une rude montagne pour arriver à Nabalvillar, où il y a des pierres hématites, et une espèce de terre noire qui reluit en la frottant dans les mains;

En

En Italie, les mines de fer les plus célèbres sont celles de l'île d'Elbe; on en a

---

c'est un minéral mort, de fer réfractaire, dont on ne peut jamais rien tirer... En sortant d'Albaracin par l'est, on trouve, à la distance de quelques milles, une mine de fer en terre calcaire, entourée d'un grès rougeâtre; et aussitôt après on trouve une autre mine noire de fer, où le métal est comme de gros grains de raisin. D'Albaracin, nous fûmes à Molime d'Arragon, en traversant les montagnes où il y a deux mines de fer; l'une est dans la partie calcaire de la montagne, et donne du fer si doux qu'on peut le travailler à froid... La seconde mine est à une lieue de la première.... Elle donne un fer aigre; elle est dans une roche de quartz, et est plus abondante que la première... Cette mine, qui donne quarante pour cent de métal, est un peu dure à fondre. *Histoire naturelle d'Espagne, par M. Bowles, pages* 56, 107 *et* 274...

La mine de Saromostro provient de la dissolution et du dépôt du fer par l'eau... C'est un composé de lames ou petites écailles très-minces, appliquées les unes sur les autres.... Il est si sûr que cette mine se forme journellement, qu'on ne doit pas être étonné de ce qu'on y a trouvé des fragmens de pics, de pioches, etc., dans des endroits que l'on a creusés il y a plusieurs siècles, et qui se sont ensuite remplis de minéral...... Le minéral forme un lit interrompu, qui varie dans son épaisseur, depuis trois pieds jusqu'à dix : la couverture est une roche cal-

fait récemment de longues descriptions, qui néanmoins sont assez peu exactes (1);

caire, de deux à six pieds d'épaisseur..... Aux environs de Bilbao, en Biscaie, on découvre le fer en quelques endroits sur la terre; et à un quart de lieue de la ville, est une montagne remplie d'une mine de fer qui contient du vitriol : c'est une vaste colline ou un monceau énorme de mines de fer, qui charie et attire un acide vitriolique, lequel pénétrant dans la roche ferrugineuse, dissout le métal, et fait paroître à la superficie, des plaques de vitriol vertes, bleues et blanches. Vis-à-vis de cette montagne, de l'autre côté de la rivière, il y en a une autre semblable qui produit une grande quantité de vitriol, qui est de toute couleur, jaune clair, etc... A peu de distance de ce grand rocher ferrugineux, un ingénieur fit couper un morceau de la montagne, pour aplanir la nouvelle promenade de la ville; et comme il la fit couper d'à-plomb et de 50 à 80 pieds de hauteur, on découvrit la mine de fer qui est en véritables veines, qui plongent, tantôt directement, tantôt obliquement, et représentent grossièrement les racines d'un arbre. Il y a des veines qui ont un pouce de diamètre, et d'autres qui sont plus grosses que le bras, variant à l'infini, selon le plus ou moins de résistance que la terre oppose au chariage de l'eau; car on ne peut douter que ce ne soit son ouvrage. *Idem*, pages 326, 331 et suiv.

(1) Ce passage a rapport à Tronson du Coudray, officier distingué de l'artillerie française. Il a fort

ces mines sont ouvertes depuis plusieurs siècles, et fournissent du fer à toutes les provinces méridionales de l'Italie (1).

---

bien observé les mines et les forges de l'île d'Elbe ; mais il avoit adopté un système opposé à celui de Buffon, et il s'étoit rangé plus d'une fois, et avec quelque vivacité, au nombre de ses contradicteurs ; c'est ce qui lui valut ce petit trait d'humeur.

SONNINI.

(1) Dans l'île d'Elbe, deux montagnes méritent principalement l'attention des minéralogistes ; savoir, le mont Calamita et celui de Rio, où sont les célèbres mines de fer... A la distance d'environ deux milles de l'endroit où se trouve la pierre d'aimant, dans ce mont Calamita, le terrain commence à être ferrugineux et parsemé de pierres hématites noirâtres ou rougeâtres, et de pierres ferrugineuses, micacées et écailleuses : on y trouve, sur-tout du côté de la mer, plusieurs morceaux d'aimant détachés des grandes masses de la montagne, et d'autres qui y sont enfoncés ; et il semble que la montagne n'est elle-même qu'un amas de blocs ferrugineux et de morceaux d'aimant, car toute la superficie est couverte de ces morceaux écroulés.

On exploite la mine de Rio en plein air, comme une carrière de marbre... Toute la superficie de la montagne est couverte d'une terre ferrugineuse, rougeâtre et noirâtre, mêlée de quantité de petites écailles luisantes de minéral de fer... L'intérieur de la montagne, suivant ce qu'on découvre dans les excava-

Dans la Grande-Bretagne, il se trouve beaucoup de mines de fer; la disette de bois

---

tions, présente un amas irrégulier de diverses matières, 1° des masses de minéral de différentes qualités.... la première, que les ouvriers appellent *ferrata*, et l'autre, *luciola*. La ferrata a presque la couleur et le brillant du fer, même de l'acier lustré, et est très-dure, très-pesante; c'est l'hématite couleur de fer de Cronstedt : la luciola, qui est un minéral écailleux de fer micacé, est moins dure, moins pesante et moins riche que la ferrata... Ces mines ne courent point par filons; elles sont en masses solitaires plus ou moins grosses, et quelquefois voisines les unes des autres; elles n'ont point de directions constantes, et l'on en trouve du haut en bas de la montagne, et jusqu'au niveau de la mer.... Le bon minéral de fer est le plus souvent accompagné d'une terre argilleuse de différentes couleurs, qui paroît être de la même nature que le schiste argilleux qui abonde dans cette montagne.

On trouve aussi, dans la même montagne, des pyrites, mais en médiocre quantité... et quelques morceaux d'aimant... Cette mine de Rio est très-abondante, et fournit du fer à Naples, au duché de Toscane, à la république de Gênes, à la Corse, à la Romagne, etc... Et l'on voit, par un passage d'Aristote, que les grecs de son tems tiroient déjà du fer de cette île; elle a été célébrée par Virgile, Strabon et d'autres auteurs anciens, à cause de l'abondance de son fer....

Le fer que produit cette mine de Rio, est d'une

fait que depuis long-tems on se sert de charbon de terre pour les fondre; il faut que ce

---

très-bonne qualité; il égale en bonté celui de Suède... On réduit la mine en fusion, sans addition d'aucun fondant....

La montagne de Rio n'est point disposée par couches horizontales; et il semble que les matières ferrugineuses, ocreuses et argilleuses y aient été jetées confusément. *Observations sur les mines de fer de l'île d'Elbe. Journal de physique, mois de décembre* 1778, *pages* 416 *et suivantes*...

Les montagnes de l'île d'Elbe, dit M. Ferber, sont de granit : il y en a du violet qui est très-beau, parce que le spath dur (feld-spath) qu'il renferme, est violet et à grands cubes, larges ou épais, oblongs et polygones...

La mine de fer n'est pas en veines ou filons, et cependant il y a une montagne entière, qui n'est formée que de mine de fer environnée de granit.... La montagne ferrugineuse de l'île d'Elbe, consiste pour la plupart en une mine compacte; c'est ou de l'hématite couleur de fer, ou de la mine de fer attirable par l'aimant, sans être grillée. Il y a aussi du vrai aimant très-bon et très-fort : ces mines se cristallisent dans toutes les cavités en forme de crête de coq, en polygones et autres stalactites de différentes formes..... On trouve aussi dans ces mines, de la pyrite cristallisée, ou des marcassites polygones et cubiques, un peu de pyrite cuivreuse, de l'amiante blanc, de la crême de loup (*spuma lupi*) en longues aiguilles con-

charbon soit épuré lorsqu'on veut s'en servir, sur-tout à l'affinerie; sans cette préparation il rendroit le fer très-cassant. Les

---

centriques. Dans les fentes, qui souvent sont très-longues et larges, et qu'on peut appeler des *filons*, il y a beaucoup de bol blanc, rouge et couleur de foie : une partie de cette terre bolaire est quelquefois endurcie jusqu'à la consistance d'un vrai jaspe. *Lettres sur la minéralogie, pages 440 et suiv.*

M. le baron de Diétrich ajoute qu'il ne paroît pas qu'on ait tiré du fer dans aucun autre endroit de l'île d'Elbe que dans cette montagne ; la mine de fer n'est qu'à une portée de fusil de la mer; « Tous les rochers, dit-il, que l'on voit sur le rivage, sont ferrugineux; 150 ouvriers y travaillent constamment; on se sert de poudre à canon pour l'exploiter : on assure qu'on trouvoit toujours la même qualité de mine, jusqu'à six ou sept milles de distance... Toutes les mines de fer de l'île d'Elbe, qui ont un aspect métallique, cristallisées ou micacées, sont attirables à l'aimant; celles au contraire, qui sont simplement ocreuses ou sous la forme de chaux, ne le sont point sans avoir été grillées »... La pierre d'aimant ne se trouve pas dans la mine de fer de Rio; c'est sur la montagne la plus haute de l'île d'Elbe, située à cinq milles de Capoliori, qu'il faut chercher cette pierre..... Environ à deux milles de la place où on la trouve, la terre est couverte de grands morceaux de pierres ferrugineuses, qui ressemblent à une mine de fer en roche, et paroissent avoir subi l'action du feu....

principales mines de fer de l'Ecosse sont près de la bourgade de Carron (1); celles de l'Angleterre se trouvent dans le duché de

---

« J'étois, dit M. Diétrich, muni de limaille de fer et d'une boussole; à une certaine distance de l'endroit où je trouvai la véritable pierre d'aimant, l'aiguille se porta entièrement au midi, parce que la pierre d'aimant étoit en effet au midi de mon chemin et sur les bords escarpés de la mer.... La pierre d'aimant rougie au feu et ensuite refroidie, perd sa vertu magnétique ». *Note sur la minéralogie de Ferber, page* 440.

(1) A Carron, en Ecosse, on use de cinq espèces de mines de fer, qui ne rendent pas plus de trente pour cent de fer en gueuses; les unes sont en pierre, d'autres en grains, et d'autres en hématite ou tête vitrée : on joint à ces mines, avant de les jeter au fourneau, un sixième de minerai plus riche, que l'on fait venir du duché de Cumberland, qui est aussi une espèce d'hématite ou tête vitrée... L'*iron-stone* ou pierre de fer, qui se trouve auprès de Carron, en Ecosse, se tire d'une terre molle et argilleuse; elle se trouve en morceaux près de la superficie de la terre, et est très-pauvre; mais la bonne mine de fer est en rognons dans une espèce d'argille, et se trouve en couches presque horizontales; et cette mine en rognons surmonte un lit de schiste sous lequel se trouve une veine de charbon : la nature de ce minerai de fer est d'un gris noir et d'un grain serré. *Voyages métallurgiques de M. Jars, page* 270.

Cumberland (1) et dans quelques autres provinces.

Dans le pays de Liége (2), les mines de fer sont presque toutes mêlées d'argille; et dans le comté de Namur (3) elles sont au

---

(1) Les mines qu'on trouve aux environs de la forge de Cliftonfurnace, dans le duché de Cumberland, sont à peu près semblables à celles que l'on tire aux environs de Carron, en Ecosse, mais elles sont en général plus riches en fer; quelques-unes sont en pierres roulées, et on les nomme *pierre de fer*, idem, *page* 235... On trouve des *iron-stone* ou pierres de fer en plusieurs endroits, et même dans le voisinage des mines de charbon, près de Litchefield et de Dudley, et dans la province de Lancastre; et quelquefois ces pierres de fer forment des couches qui s'enfoncent à une assez grande profondeur. *Du charbon de terre, par M. Morand, page* 1202.

(2) Selon M. Krenger, les mines de fer du pays de Liége sont toutes argilleuses; et au contraire celles du comté de Namur sont toutes calcaires: il en est de même des mines d'Alsace. *Journal de physique, mois de septembre* 1775, *page* 227.

(3) Les mines du comté de Namur, sont des ocres plus ou moins dures, et dont quelques-unes sont d'un assez beau rouge... Ces minerais produisent en général un fer cassant à froid, et par conséquent très-bon pour lafab rication des clous.... On ne grille point le minerai. *Voyez les Voyages métallurgiques de M. Jars, tome I, page* 310.

contraire mélangées de matière calcaire. La plupart des mines d'Alsace et de Suisse (1) gisent aussi sur des pierres calcaires : toute la partie du mont Jura, qui commence aux confins du territoire de Schaffouse, et qui s'étend jusqu'au comté de Neufchâtel, offre en plusieurs endroits, des indices certains de mines de fer.

Toutes les provinces d'Allemagne ont de même leurs mines de fer, soit en roche, en grains, en ocre, en rouille ou en concrétions ; celles de Stirie (2) et de Carin-

---

(1) Selon M. Guettard, le fer est très-commun en Suisse ; le mont Jura offre de toutes parts des indices de mines de fer en grains, qui se trouvent aussi très-communément dans plusieurs autres cantons de la Suisse ; il y en a de fort abondantes dans le comté de Sargans, qui donnent au fourneau de fort bon acier. *Voyez les Mémoires de l'académie des sciences, année* 1752, *pages* 343 *et* 344.

(2) La mine de fer de Stirie, qui est écailleuse, et que les allemands appellent *stahlstein* ou *pierre d'acier*, donne en effet de l'acier par la fonte, et peut aussi donner du très-bon fer. M. le baron de Diétrich dit qu'on trouve des mines écailleuses, toutes semblables à celles de Stirie, dans le pays de Nassau-Siegen, dans la Saxe, le Tirol, etc., et que partout on en fait de très-bon fer ou de l'excellent acier ;

thie (1), dont nous avons parlé, sont le plus fameuses ; mais il y en a aussi de très-riches dans le Tirol (2), la Bohème (3),

---

et il ajoute que la mine d'Allevard, en Dauphiné, est de la même nature, et que l'on fait, dans le pays de Bergame et de Brescia, de très-bon acier d'une mine à peu près pareille. *Lettres sur la minéralogie; par M. Ferber, note, pages* 37 *et* 38.

(1) Depuis douze cents ans, on exploite dans deux hautes montagnes de la Carinthie, à deux lieues de Frisach, soixante mines de fer.... Il y a des minerais bruns, et d'autres rougeâtres... et comme ils ne se fondent pas tous au fourneau avec la même facilité, on les fait griller séparément avant de les mélanger pour la fonte. *Voyages métallurgiques, par M. Jars, tome I, pages* 53 *et* 54.

(2) Dans le Tirol, à Kleinboden, la plus grande partie du minerai est à petites facettes, et ressemble au *phlintz* de Stirie. Il y en a une autre espèce aussi à petites facettes, mais très-blanc ; et une autre à très-grandes facettes, qui est la vraie mine de fer spathique : il y a de pareil minerai dans le Voigtland et dans le Dauphiné. *Idem*, page 64.

(3) A trois quarts de lieue de Platen, en Bohème, on exploite deux filons perpendiculaires de mine de fer, larges chacun de deux à trois toises, et l'on y trouve un pied d'épaisseur en minerai tout pur, de l'espèce qu'on nomme *hématite* ou *tête vitrée ;* on sait que l'hématite présente une infinité de rayons qui

la Saxe, le comté de Nassau-Siegen, le pays d'Hanovre (1), etc.

M. Guettard fait mention des mines de fer de la Pologne, et il en a observé quelques-

---

tendent tous au même centre. Les filons sont renfermés dans un grès, ou plutôt, ils ont pour toit et pour mur, une pierre de grès à gros grains. Cette mine de fer avoit, en 1757, cinquante-neuf toises de profondeur; à mesure que l'on a approfondi, le filon est devenu meilleur : elle fournit du minerai à treize forges, tant en Saxe qu'en Bohème. Pour fondre ce minerai, on y joint de la pierre à chaux : l'hématite ou tête vitrée, donne du fer très-doux et d'une fusion très-facile, lorsqu'on la mêle avec une plus grande quantité d'une mine jaune d'ocre, qu'on trouve presqu'à la surface de la terre. *Voyages métallurgiques*, *par M. Jars, tome I, pages* 70 *et suiv.*

(1) Il y a près de Konigs-hutte, au pays d'Hanovre, des mines de fer qui rendent jusqu'à 60 et 80 livres de fonte par cent, et d'autres qui n'en rendent que 15 ou 20; on les mêle ensemble au fourneau, où ils rendent en commun 30 ou 40 pour cent.... Il y a aussi d'autres minerais de fer qui sont plus durs et plus réfractaires, en sorte qu'on est obligé de les faire griller avant de les mêler avec les autres minerais pour les jeter au fourneau... Les mines de fer des environs de Blanckenbourg, sont disposées par couches, et sont en masses à douze ou quinze toises de profondeur, sur des roches de marbre. *Idem*, pages 70 et suivantes.

unes ; elles sont pour la plupart en rouille, et se tirent presque toutes dans les marais ou dans les lieux bas ; d'autres, dit-il, sont en petits morceaux ferrugineux ; et celles qui se trouvent dans les collines, sont aussi à peu près de même nature (1).

---

(1) En Pologne, il y a des mines de fer qui se tirent dans les marais. M. Guettard dit qu'elles sont d'un jaune d'ocre pâle, ou un peu brun, avec des veines plus foncées ou noirâtres..... Le fer qu'elles donnent est cassant, et semblable à celui que fournit, en Normandie, la mine appelée *cosse*, à laquelle elle ressemble beaucoup. Une autre mine de fer de Pologne est noirâtre, avec des cavités entièrement vuides ; on la prendroit, au premier coup d'œil, pour une pierre de volcans.... De quelque nature que soient ces mines en Pologne, celles du moins que j'ai vues, elles se trouvent dans des marais ou dans des endroits qui ont toutes les marques d'avoir été autrefois marécageux. Rzaczynski dit qu'en général la Polésie polonaise a encore plus de mines de fer que la Volhinie, qu'elles se tirent aussi des marécages.... et qu'elles sont jaunâtres ou couleur de rouille de fer....

Les marais de Cracovie, dit encore M. Guettard, renferme des mines de fer qu'on n'exploite point ; les morceaux de minéral y sont isolés ; ils ont un pied au plus de longueur sur quelques pouces d'épaisseur ; dans quelques endroits cependant, ces morceaux

Les pays du nord sont les plus abondans en mines de fer (1) : les voyageurs assurent

---

peuvent avoir trois ou quatre pieds dans la première dimension, sur un peu plus d'épaisseur que les autres; ils sont placés à deux ou trois pieds de profondeur au dessous d'une terre qui tient de la nature de la tourbe, et l'on trouve, en fouillant plus bas, du pareil minéral de fer sous d'autres couches de terre... Comme les précédentes mines de marais, celles-ci sont poreuses, légères, terreuses, noirâtres, avec des taches jaunâtres ; on découvre de tems en tems dans ces fouilles, et dans les autres qu'on peut faire dans les marais, de la terre bleue appelée *fleur de fer*.... Il y a des mines très-abondantes, mais qui ne sont pas de marais, dans le palatinat de Sendomir, auprès de Suchedniow et de Samsonow..... Ces mines sont brunes, composées de plusieurs lames, et recouvertes d'une terre jaune, couleur d'ocre. *Mémoires de l'académie des sciences, année* 1762, *pages* 246, 304 et 305.

(1) On peut compter parmi les mines de fer les plus singulières, celles de Taberg en Smoland, dans le royaume de Suède. La hauteur où elle se trouve, prise dans son entier, s'étend sur un espace de près d'un quart de mille, quoique la partie la plus élevée n'occupe pas la moitié de cette étendue. Elle se dirige du nord-nord-ouest au sud-sud-est, s'élève lentement du côté du nord jusqu'à une hauteur assez considérable, s'abaisse un peu, se relève de nouveau, forme enfin une crête très-

que la plus grande partie des terres de la Laponie sont ferrugineuses : on a aussi

---

haute, et se termine avec un escarpement rapide vers la rivière de Mansarpa, au-dessus de laquelle son sommet s'élève de 240 pieds au sud-est. On voit de l'autre côté de la rivière une hauteur correspondante; à l'est et au sud-ouest, il y a une suite d'éminences également séparées de la montagne de Taberg, par une rivière qui coule dans une vallée d'un quart de mille d'étendue. Au-delà du lac Wetter, aux environs de Joukoping et de Taberg, jusque dans le district d'Asbo, le terrain est un sable mobile. Près de l'escarpement, sont des dépôts de minerai ferrugineux, sans aucun mélange de pierres, dont quelques-uns ont plusieurs pieds d'épaisseur. Ils sont disposés en couches horizontales, séparées par des lits de terreau, et s'élèvent jusqu'aux trois quarts de la hauteur de cette partie de la montagne. La crête du Taberg, et probablement la montagne entière, est remplie de filons étroits et parallèles, qui sont ordinairement verticaux, et dirigés dans le même sens que la montagne. Les plus riches ont rarement plus d'un quart d'aune de puissance, et dans les environs, on leur donne le nom de *bancs de fer*, *iærnband*. Ils renferment un minerai brun, noirâtre et luisant, qui donne 32 livres et demie par quintal. Le minerai ordinaire a un aspect particulier; il paroît enfumé, et n'a point d'éclat; il tient 31 pour cent. Celui qu'on appelle *minerai rubané*, ou *minerai pie*, a des couches de spath blanc entre ses feuillets, et présente ainsi dans sa cassure des raies alterna-

trouvé des mines de fer en Islande (1) et en Groenland (2).

En Moscovie, dans les Russies et en Sibérie, les mines de fer sont très-communes et font aujourd'hui l'objet d'un commerce important, car on en transporte le fer en grande quantité dans plusieurs provinces

---

tivement blanches et noires; il donne 21 pour cent. Les filons de cette dernière espèce se montrent à nu sur le penchant occidental de la montagne. Le spectacle que présente cette masse énorme de minerai, est bien fait pour exciter la curiosité et l'étonnement; cependant ce n'est pas le seul exemple de cette espèce que la Nature nous offre. On connoit à Torneo en Laponie, une montagne entièrement formée de minerai de fer; et à Lulio, dans le même pays, la montagne de Gelliware n'est qu'un bloc de riche minerai de fer d'un bleu noirâtre, qui s'étend comme un filon irrégulier, pendant plus d'un mille, sur 3 à 400 toises de puissance. *Traduction d'un chapitre de la Géographie physique de Bergman, par A. Guichelin; Journal des mines*, 1796, *n*° 16, *p.* 57.

SONNINI.

(1) Les islandois font des ustensiles de ménage avec du fer, dont ils recueillent sans peine la mine en différens endroits. *Hist. gén. des voyages, t. XVIII, page* 36.

(2) *Idem*, tome XIX, page 30.

de l'Asie et de l'Europe, et même jusque dans nos ports de France (1).

---

(1) Dans la province de Dwine en Moscovie, on trouve plusieurs mines de fer. (*Voyages historiques de l'Europe, tome VII, page* 26).... Et à 26 lieues de Moscou, auprès de Tula, il y a d'autres mines fort abondantes. *Voyages d'Olearius; Paris*, 1656, *tome I, page*.... Les tartares, qui habitent les bords des rivières de Kondoma et de Mrasa, savent fondre la mine de fer dans de petits fourneaux creusés en terre, et surmontés d'un chapiteau; ils pilent la mine et apportent alternativement dans le fourneau, du minerai pilé et du charbon; ils se servent de deux soufflets, et ne font que deux ou trois livres de fonte à la fois. *Gmelin, Histoire générale des voyages, tome XVIII, pages* 153 *et* 154.

En Sibérie, à 15 werstes de la ville de Tomsk, il y a une montagne composée entièrement de mines de fer; on en fait griller le minerai avant de le jeter au fourneau : il se trouve aussi chez les Barsajakes, des mines qui donnent de très-bon fer. *Idem, pages* 160 *et* 161. — Dans les terres voisines du Lena, il se trouve des mines de fer mêlées avec des terres ferrugineuses, jaunes ou rouges, et l'on en tire de très-bon fer. *Idem, pages* 284 *et* 285. — On trouve chez les Ostiaques, à quelque distance des bords du Jénisei, du minerai de fer fort pesant et fort riche, rouge en dehors et brun en dedans. *Idem, page* 361.

M. l'abbé Chappe a compté 52 mines de fer aux environs d'Ekatérinbourg en Sibérie : ces mines sont, dit-il, mêlées avec des terres vitrifiables ou argil-

En

En Asie, le fer n'est pas aussi commun dans les parties méridionales que dans les contrées septentrionales : les voyageurs disent qu'il y a très-peu de mines de fer au Japon, et que ce métal y est presque aussi

---

leuses, et jamais avec des matières calcaires; pas une de ces mines n'est disposée en filons; elles sont toutes par dépôts, dispersées sans ordre, du moins en apparence. On trouve presque toujours ces mines dans les montagnes basses et sur les bords des ruisseaux; elles sont à trois pieds sous terre; elles ont 24 à 30 pieds de profondeur... On fait griller toutes ces mines à l'air libre, avant de les mettre au fourneau, et on en fait du très-bon fer. *Gmelin, Histoire générale des voyages, tome XIX, p.* 472... M. Pallas a trouvé en Russie, aux environs de la rivière de Geni, une masse de fer du poids de 152 livres, qu'il a envoyée à l'académie de Pétersbourg. Cette masse a la forme d'une éponge, et est percée de trous ronds, remplis de petits corps polis de couleur d'ambre. Ce fer se plie aisément sans le secours du feu; un feu médiocre suffit pour le travailler. On peut en faire toutes sortes de petits outils; mais lorsqu'on l'expose à l'action d'un grand feu, il perd sa souplesse, se granulle et se casse au lieu de plier. Cette masse ferrugineuse a été trouvée sous la croupe d'une montagne couverte de bois, peu éloignée du mont Rénur, près duquel est une mine d'aimant. *Journal historique et politique*, 30 *octobre* 1773, *article* Pétersbourg.

cher que le cuivre (1) ; cependant à la Chine le fer est à bien plus bas prix, ce qui prouve que les mines de ce dernier métal y sont en plus grande abondance.

On en trouve dans les contrées de l'Inde, à Siam (2), à Golconde (3) et dans l'île de

---

(1) On ne trouve du fer au Japon que dans quelques provinces, mais on l'y trouve en grande abondance, et cependant on l'y vend presque aussi cher que le cuivre. *Histoire générale des voyages, t. X, page* 655.

(2) A Siam, près de la ville de Campeng-pei, il y a une montagne au sommet de laquelle on trouve une mine de fer dont on tire même de l'acier par la fonte; cependant, en général, on connoît peu de mines de fer dans ce pays, et les siamois ne sont pas habiles à le travailler; car ils n'ont pas d'épingles, d'aiguilles, de clous, de ciseaux, ni de ferrures; chacun se fait des épingles de bambou, comme nos ancêtres en faisoient d'épines. *Histoire générale des voyages, tome IX, pages* 307 *et* 308. — Le village de Beausonin, au royaume de Siam, est composé de dix ou douze maisons, et est environné de mines de fer; il y a une forge où chaque habitant est obligé de fondre 125 livres de fer pour le roi : toute la forge consiste en deux ou trois fourneaux que l'on remplit de charbon et de mine alternativement; le charbon venant à se consumer peu à peu, la mine se trouve au fond en une espèce de boulet. Les

Ceylan (4). L'on connoît de même les fers de Perse (5), d'Arabie (6), et sur-tout les

---

soufflets dont on se sert sont deux cylindres de bois creusés, dont le diamètre peut être de sept à huit pouces. Chaque cylindre a son piston avec de petites cordes, et un homme seul le fait agir. *Second Voyage au royaume de Siam. Paris*, 1689, *pages* 242 *et* 243.

(3) A Golconde, on fabrique beaucoup de fer et d'acier, qui se transportent en divers endroits des Indes. *Histoire générale des voyages, tome IX, page* 517.

(4) Le fer est commun dans l'île de Ceylan, et les habitans savent même en faire de l'acier. *Idem, tome VIII, page* 549.

(5) On fait à Kom, en Perse, de très-bonnes lames d'épées et de sabres : l'acier dont ces lames sont faites, vient de Niris, proche Ispahan, où il y a plusieurs mines de ce métal. *Voyages de Jean Struys, Rouen*, 1719, *tome I, page* 272. — Les principales mines de Perse sont dans l'Hircanie, la Médie septentrionale, au pays des Parthes et dans la Bactriane ; mais le fer qu'on en tire n'est pas si doux que celui qu'on fait en Angleterre. *Voyages de Chardin. Amsterdam*, 1711, *tome II, page* 23.

(6) Les grecs ont dit mal à propos que l'Arabie heureuse n'avoit point de fer, puisque aujourd'hui même on y exploite encore des mines dans le district de Saad... Mais ce fer de Saad est moins bon que celui qu'on apporte d'Europe, et leur revient plus cher, vu l'ignorance des arabes et le manque de bois. *Description de l'Arabie, par M. Niebuhr, page* 123.

aciers fameux, connus sous le nom de *damas*, que ces peuples savoient travailler avant même que nous eussions, en Europe, trouvé l'art de faire de bon acier.

En Afrique, les fers de Barbarie (1) et ceux de Madagascar (2) sont cités par les voyageurs; il se trouve aussi des mines de

---

(1) Le plomb et le fer sont les seuls métaux qu'on ait découverts jusqu'ici en Barbarie. Le fer est fort bon, mais il n'est pas en grande quantité; ce sont les Kalibes des districts montagneux de Bon-Jeirah, qui le tirent de la terre et qui le forgent; ils l'apportent ensuite en petites barres aux marchés de Bon-Jeirah et d'Alger. La mine est assez abondante dans les montagnes de Dwée et de Zikkar; la dernière est la plus riche et fort pesante, et l'on y trouve quelquefois du cinabre. *Voyages de Shaw, tome I, page* 306.

Il y a aussi du fer dans le royaume de Maroc, dans les montagnes de Gesula. *L'Afrique, de Marmol, tome II, page* 76. — Et les habitans de Beni-Besseri, au pied du mont Atlas, en font leur principal commerce. *Idem*, tome III, page 27.

(2) On trouve du fer à Madagascar, et les habitans de quelques parties montagneuses de cette île sont assez industrieux pour le fabriquer en barres; les mines sont très-fusibles, et produisent un fer très-doux. *Relation de Madagascar, par François Cauche. Paris*, 1651, *pages* 68 *et* 69.

fer dans plusieurs autres contrées de cette partie du monde, à Bambuck (1), à Congo (2) et jusque chez les hottentots (3). Mais tous ces peuples, à l'exception des barbaresques, ne savent travailler le fer que très-grossièrement, et il n'y a ni forges, ni fourneaux considérables dans toute l'étendue de l'Afrique; du moins les relateurs ne font men-

---

(1) On trouve du fer non seulement à Bambuck, dans le royaume de Galam, de Kayne et de Dramuret, où il est en abondance, mais encore dans tous les autres pays en descendant le Sénégal, sur-tout à Joël et Donghel, dans les états du Siratik, où il est si commun que les nègres en font des pots et des marmites. *Histoire générale des voyages, tome II, page* 644.

(2) On trouve beaucoup de fer, ainsi que plusieurs autres métaux, dans le royaume de Congo. *Recueil des voyages de la compagnie des Indes. Amsterdam*, 1702, *tome IV, page* 321.

(3) Les mines de fer sont fort communes dans le pays des hottentots, et les habitans savent même les convertir en fer, par la fonte. *Histoire générale des voyages, tome V, page* 172. *Voyages de Kolbe.*

Au cap de Bonne-Espérance, il y a des indices certains de mines de fer. *Description du cap de Bonne-Espérance, par Kolbe. Amsterdam*, 1741, *partie II, page* 174.

tion que des fourneaux nouvellement établis par le roi de Maroc, pour fondre des canons de cuivre et de fonte de fer.

Il y a peut-être autant de mines de fer dans le vaste continent de l'Amérique que dans les autres parties du monde, et il paroît qu'elles sont aussi plus abondantes dans les contrées du nord que dans celles du midi; nous avons même formé, dès le siècle précédent, des établissemens considérables de fourneaux et de forges dans le Canada, où l'on fabriquoit de très-bon fer (1):

---

(1) Au Canada, la ville des Trois-Rivières a, dans son voisinage, des mines d'excellent fer. *Histoire générale des voyages, tome XIV, page* 700.

Les mines de fer sont en Canada, plus abondantes et plus communes que dans la plupart des provinces de l'Europe; celles des Trois-Rivières sur-tout surpassent celles d'Espagne, par la quantité de fer qu'elles donnent. *Histoire philosophique et politique. Amsterdam*, 1772, *tome II, page* 65.

« Les mines des Trois-Rivières, dit M. Guettard, donnent d'excellent fer; cependant il ne faut pas croire que tout le fer du Canada soit d'une égale qualité; il y en a de très-doux et de très-malléable, et d'autre qui est aigre et fort aisé à casser; cette différence peut venir, ou de la manière de le faire, ou de celle qui se trouve entre les mines.... Suivant M. Gautier, toutes les terres du Canada contiennent

il se trouve de même des mines de fer en Virginie (1), où les anglais ont établi depuis peu des forges ; et comme ces mines sont très-abondantes et se tirent aisément,

---

des mines de fer : il y en a dans un endroit appelé la mine au Racourci, et au cap Martin ; ces mines sont mêlées avec un peu de cuivre ou d'autre métal.... Les morceaux de celle du cap Martin pèsent autant que le fer, à volume égal : le fer y a paru presque tout pur, à en juger par la couleur. Lorsqu'on prend un morceau de cette mine, et que sans l'avoir purifié ni fait passer par le feu, on le présente à l'aiguille aimantée, il la fait varier et produit sur elle presque les mêmes effets et les mêmes mouvemens qu'une lame de couteau ordinaire.... Quand on pulvérise cette mine, et qu'on verse dessus un peu d'esprit de vitriol, il fermente très-peu ou presque point ; mais quand on la jette dans un mélange d'esprit de nitre et de sel marin, ce qui fait une eau régale, il paroît que ce qui est de couleur de cuivre s'y dissout. Ces expériences donnent lieu de penser que le fer est presque par-tout pur dans cette mine du cap Martin ; celle du Racourci est plus mélangée ». *Voyez les mémoires de l'académie des sciences de Paris*, *année* 1752, *pages* 207 *et suiv.*

(1) Il y a des mines de fer à Falling-Croak, sur la rivière James, dans la Virginie. *Histoire générale des voyages*, *tome XIV*, *page* 474. — Et même tous les lieux élevés de cette presqu'île sont remplis de mine de fer. *Idem*, page 492.

et presque à la surface de la terre, dans toutes ces provinces qui sont actuellement sous leur domination, et que d'ailleurs le bois y est très-commun, ils peuvent fabriquer le fer à peu de frais, et ils ne désespèrent pas, dit-on, de fournir ce fer de l'Amérique au Portugal, à la Turquie, à l'Afrique, aux Indes orientales, et à tous les pays où s'étend leur commerce (1). Suivant les voyageurs, on a aussi trouvé des mines de fer dans les climats plus méridionaux de ce nouveau continent, comme à Saint-Domingue (2); au Mexique (3), au Pérou (4), au Chili (5), à la Guiane (6)

(1) Histoire philosophique et politique des établissemens des européens dans les deux Indes. Amsterdam, 1772, tome VI, page 556.

(2) L'île de Saint-Domingue a des mines de fer. *Histoire générale des voyages, tome XII, p.* 218.

(3) Le canton de Mertitlan, au Mexique, renferme une quantité de mines de fer. *Idem*, p. 648.

(4) On trouve aussi au Pérou, dans le territoire de Cuença, plusieurs morceaux de mines de fer attirables à l'aimant. *Idem*, tome XIII, page 598.

(5) Il y a aussi des mines de fer au Chili. *Idem*, page 412 (*).

(*) L'auteur des *Recherches sur les américains* a banni d'un trait de plume, toutes les mines de fer du Chili. Cependant

et au Brésil (7) ; et cependant les mexicains et les péruviens, qui étoient les peuples les plus policés de ce continent, ne faisoient aucun usage du fer, quoiqu'ils eussent trouvé l'art de fondre des autres métaux ; ce qui ne

(6) La Guiane Française est abondante en mines de fer. *Idem*, tome XIV, page 377.

(7) Au Brésil, à 30 lieues de Saint-Paul au sud, on rencontre les montagnes de Bera Suéaba, abondantes en mines de fer. *Idem*, page 225.

des personnes dignes de foi, entre autres M. Frezier (*Voyage, tome I, page* 345), ont prouvé le contraire. Toutes les rivières charient des sables ferrugineux ; la mer même jette de tems en tems de ce sable, dans lequel les parties ferrugineuses ne sont pas méconnoissables, et que l'aimant attire fortement. Le Coquimbo, le Copiapo, l'Aconcagua et le Huiquilesimo possèdent des mines de fer très-riches ; le minerai s'y trouve en forme de mine de fer grise, compacte, en mine noire, ou cristallisée en cubes bleuâtres. Le fer que l'on tire de ces mines est, d'après les essais qui ont été faits, de la meilleure qualité possible ; mais l'exploitation en est défendue, pour favoriser le commerce de l'Espagne, d'où l'on apporte tout le fer qui s'emploie dans le pays. Cependant, dans la dernière guerre entre l'Angleterre et l'Espagne, le fer étant alors au Chili à un prix exorbitant, un particulier en exploita plusieurs quintaux clandestinement ; et l'on sait que la qualité de ce fer a été supérieure. Les provinces des Arauques produisent de même du fer excellent. Un biscayen, homme intelligent dans son métier, m'a assuré que les mines de ces provinces fournissoient un fer aussi bon que le meilleur fer d'Espagne. *Hist. Nat. du Chili, trad. par Gruvel, p.* 66.

SONNINI.

doit pas étonner, puisque dans l'ancien continent, il existoit des peuples bien plus anciennement civilisés que ne pouvoient l'être les américains, et que néanmoins il n'y a pas trois mille cinq cents ans que les grecs ont, les premiers, trouvé les moyens de fondre la mine de fer, et de fabriquer ce métal dans l'île de Crète.

La matière du fer ne manque donc en aucun lieu du monde; mais l'art de la travailler est si difficile, qu'il n'est pas encore universellement répandu, parce qu'il ne peut être avantageusement pratiqué que chez les nations les plus policées, et où le gouvernement concourt à favoriser l'industrie: car, quoiqu'il soit physiquement très-possible de faire par-tout du fer de la meilleure qualité, comme je m'en suis assuré par ma propre expérience, il y a tant d'obstacles physiques et moraux qui s'opposent à cette perfection de l'art, que dans l'état présent des choses on ne peut guère l'espérer.

Pour en donner un exemple, supposons un homme qui, dans sa propre terre, ait des mines de fer, et des charbons de terre ou des bois en plus grande quantité que les habitans de son pays ne peuvent en consommer, il lui viendra tout naturellement

dans l'esprit, l'idée d'établir des forges pour consumer ces combustibles, et tirer avantage de ses mines. Cet établissement qui exige toujours une grosse mise de fonds, et qui demande autant d'économie dans la dépense que d'intelligence dans les constructions, pourroit rapporter à ce propriétaire environ dix pour cent, si la manutention en étoit administrée par lui-même. La peine et les soins qu'exige la conduite d'une telle entreprise à laquelle il faut se livrer tout entier et pour long-tems, le forceront bientôt à donner à ferme ses mines, ses bois et ses forges, ce qu'il ne pourra faire qu'en cédant moitié du produit; l'intérêt de sa mise se réduit dès-lors à cinq au lieu de dix pour cent: mais le très-pesant impôt dont la fonte de fer est grevée au sortir du fourneau, diminue si considérablement le bénéfice, que souvent le propriétaire de la forge ne tire pas trois pour cent de sa mise, à moins que des circonstances particulières et très-rares, ne lui permettent de fabriquer ses fers à bon marché et de les vendre cher (1).

---

(1) J'ai établi, dans ma terre de Buffon, un haut fourneau avec deux forges; l'une a deux feux et deux marteaux, et l'autre a un feu et un marteau;

Un autre obstacle moral tout aussi opposé, quoiqu'indirectement, à la bonne fabrication de nos fers, c'est le peu de préférence qu'on donne aux bonnes manufactures, et le peu d'attention pour cette branche de commerce qui pourroit devenir l'une des plus importantes du royaume, et qui languit par la liberté de l'entrée des fers étrangers. Le mauvais fer se fait à bien meilleur compte que le bon, et cette différence est au moins du cinquième de son prix; nous ne ferons donc jamais que du fer de qualité médiocre,

---

j'y ai joint une fenderie, une double batterie, deux martinets, deux bocards, etc.; toutes ces constructions faites sur mon propre terrain et à mes frais, m'ont coûté plus de 300 mille livres; je les ai faites avec attention et économie; j'ai ensuite conduit pendant douze ans, toute la manutention de ces usines; je n'ai jamais pu tirer les intérêts de ma mise au denier vingt; et après douze ans d'expérience, j'ai donné à ferme toutes ces usines pour 6,500 livres; ainsi, je n'ai pas deux et demi pour cent de mes fonds, tandis que l'impôt en produit à très-peu près autant et sans mise de fonds à la caisse du domaine. Je ne cite ces faits que pour mettre en garde contre des spéculations illusoires les gens qui pensent à faire de semblables établissemens, et pour faire voir en même tems que le gouvernement qui en tire le profit le plus net, leur doit protection.

tant que le bon et le mauvais fer seront également grevés d'impôts, et que les étrangers nous apporteront, sans un impôt proportionnel, la quantité de bons fers dont on ne peut se passer pour certains ouvrages.

D'ailleurs les architectes et autres gens chargés de régler les mémoires des ouvriers qui emploient le fer dans les bâtimens et dans la construction des vaisseaux, ne font pas assez d'attention à la différente qualité des fers ; ils ont un tarif général et commun sur lequel ils règlent indistinctement le prix du fer, en sorte que les ouvriers qui l'emploient pour leur compte, dédaignent le bon, et ne prennent que le plus mauvais et le moins cher : à Paris sur-tout, cette inattention fait que, dans les bâtimens, on n'emploie que de mauvais fers ; ce qui en cause ou précipite la ruine. On sentira toute l'étendue de ce préjudice, si l'on veut se rappeler ce que j'ai prouvé par des expériences (1) ; c'est qu'une barre de bon fer a non seulement plus de durée pour un long avenir, mais encore quatre ou cinq fois

(1) Voyez tome V, partie expérimentale, mémoire sur la ténacité du fer.

plus de force et de résistance actuelle qu'une pareille barre de mauvais fer.

Je pourrois m'étendre bien davantage sur les obstacles qui, par des règlemens mal entendus, s'opposent à la perfection de l'art des forges en France; mais, dans l'histoire naturelle du fer, nous devons nous borner à le considérer dans ses rapports physiques, en exposant, non seulement les différentes formes sous lesquelles il nous est présenté par la Nature, mais encore toutes les différentes manières de traiter les mines et les fontes de fer pour en obtenir du bon métal. Ce point de vue physique, aujourd'hui contrarié par les obstacles moraux dont nous venons de parler, est néanmoins la base réelle sur laquelle on doit se fonder pour la conduite des travaux de cet art, et pour changer ou modifier les règlemens qui s'opposent à nos succès en ce genre.

Nous n'avons en France que peu de ces roches primordiales de fer, si communes dans les provinces du nord, et dans lesquelles l'élément du fer est toujours mêlé et intimement uni avec une matière vitreuse. La plupart de nos mines de fer sont en petits grains ou en rouille, et elles se trouvent ordinairement à la profondeur de quelques pieds;

elles sont souvent dilatées sur un assez grand espace de terrain, où elles ont été déposées par les anciennes alluvions des eaux avant qu'elles n'eussent abandonné la surface de nos continens : si ces mines ne sont mêlées que de sables calcaires, un seul lavage ou deux suffiront pour les en séparer, et les rendre propres à être mises au fourneau; la portion de sable calcaire que l'eau n'aura pas emportée servira de castine, il n'en faudra point ajouter, et la fusion de la mine sera facile et prompte : on observera seulement que quand la mine reste trop chargée de ce sable calcaire, et qu'on n'a pu l'en séparer assez en la lavant ou la criblant, il faut alors y ajouter au fourneau une petite quantité de terre limoneuse qui, se convertissant en verre, fait fondre en même tems cette matière calcaire superflue, et ne laisse à la mine que la quantité nécessaire à sa fusion; ce qui fait la bonne qualité de la fonte.

Si ces mines en grains se trouvent, au contraire, mêlées d'argille fortement attachée à leurs grains, et qu'on a peine de séparer par le lavage, il faut le réitérer plusieurs fois et donner à cette mine au fourneau, une assez grande quantité de castine; cette

matière calcaire facilitera la fusion de la mine en s'emparant de l'argille qui enveloppe le grain, et qui se fondra par ce mélange : il en sera de même si la mine se trouve mêlée de petits cailloux ; la matière calcaire accélérera leur fusion ; seulement on doit laver, cribler et vanner ces mines, afin d'en séparer, autant qu'il est possible, les petits cailloux qui souvent y sont en trop grande quantité.

J'ai suivi l'extraction et le traitement de ces trois sortes de mines ; les deux premières étoient en nappes, c'est-à-dire, dilatées dans une assez grande étendue de terrain ; la dernière, mêlée de petits cailloux, étoit au contraire en nids ou en sacs, dans les fentes perpendiculaires des bancs de pierre calcaire : sur une vingtaine de ces mines ensachées dans les rochers calcaires, j'ai constamment observé qu'elles n'étoient mêlées que de petits cailloux quartzeux, de calcédoines et de sables vitreux, mais point du tout de graviers ou de sables calcaires, quoique ces mines fussent environnées de tous côtés de bancs solides de pierres calcaires dont elles remplissoient les intervalles ou fentes perpendiculaires à d'assez grandes profondeurs

profondeurs, comme de 100, 150 et jusqu'à 200 pieds ; ces fentes, toujours plus larges vers la superficie du terrain, vont toutes en se rétrécissant à mesure qu'on descend, et se terminent par la réunion des rochers calcaires dont les bancs deviennent continus au dessous : ainsi, quand ce sac de mine étoit vuidé, on pouvoit examiner du haut en bas et de tous côtés, les parois de la fente qui la contenoit ; elles étoient de pierre purement calcaire, sans aucun mélange de mine de fer ni de petits cailloux ; les bancs étoient horizontaux, et l'on voyoit évidemment que la fente perpendiculaire n'étoit qu'une disruption de ces bancs, produite par la retraite et le dessèchement de la matière molle dont ils étoient d'abord composés ; car la suite de chaque banc se trouvoit à la même hauteur de l'autre côté de la fente, et tous étoient de même parfaitement correspondans du haut jusqu'en bas de la fente.

J'ai de plus observé que toutes les parois de ces fentes étoient lisses et comme usées par le frottement des eaux, en sorte qu'on ne peut guère douter qu'après l'établissement de la matière des bancs calcaires par lits horizontaux, les fentes perpendiculaires ne

se soient d'abord formées par la retraite de cette matière sur elle-même en se durcissant; après quoi ces mêmes fentes sont demeurées vuides, et leur intérieur, d'abord battu par les eaux, n'a reçu, que dans des tems postérieurs, les mines de fer qui les remplissent.

Ces transports paroissent être les derniers ouvrages de la mer sur nos continens; elle a commencé par étendre les argilles et les sables vitreux sur la roche du globe, et sur toutes les matières solides et vitrifiées par le feu primitif. Les schistes se sont formés par le dessèchement des argilles, et les grès par la réunion des sablons quartzeux; ensuite les poudres calcaires, produites par les débris des premiers coquillages, ont formé les bancs de pierre, qui sont presque toujours posés au dessus des schistes et des argilles, et en même tems les détrimens des végétaux descendus des parties les plus élevées du globe, ont formé les veines de charbons et de bitumes; enfin les derniers mouvemens de la mer, peu de tems avant d'abandonner la surface de nos collines, ont amené dans les fentes perpendiculaires des bancs calcaires, ces mines de fer en grains qu'elle a lavés et séparés de la terre

végétale, où ils s'étoient formés comme nous l'avons expliqué (1).

Nous observerons encore que ces mines qui se trouvent ensachées dans les rochers calcaires, sont communément en grains plus gros que celles qui sont dilatées par couches sur une grande étendue de terrain (2); elles n'ont de plus aucune suite, aucune autre correspondance entre elles que la direction de ces mêmes fentes, qui, dans les masses calcaires, ne suivent pas la direction générale de la colline, du moins aussi régulièrement que dans les montagnes vitreuses; en sorte que, quand on a épuisé un de ces sacs de mine, l'on n'a souvent nul indice pour en trouver un autre : la boussole ne peut servir ici, car ces mines en grains ne font aucun effet sur l'aiguille aimantée, et la direction de la fente n'est qu'un guide incertain; car, dans la même colline, on trouve

(1) Voyez dans le huitième volume de cette Histoire Naturelle, l'article qui a pour titre, de la *terre végétale.*

(2) Ce n'est qu'en quelques endroits où l'on trouve de ces mines dilatées en gros grains sur une grande étendue de terrain. M. de Grignon en a reconnu quelques-unes de telles en Franche-Comté.

des fentes dont la plus grande dimension horizontale s'étend dans des directions très-différentes et quelquefois opposées ; ce qui rend la recherche de ces mines très-équivoque, et leur produit si peu assuré, si contingent, qu'il seroit fort inprudent d'établir un fourneau dans un lieu où l'on n'auroit que de ces mines en sacs, parce que ces sacs étant une fois épuisés, on ne seroit nullement assuré d'en trouver d'autres. Les plus considérables de ceux dont j'ai fait l'extraction, ne contenoient que deux ou trois mille muids de mine, quantité qui suffit à peine à la consommation du fourneau pendant huit ou dix mois ; plusieurs de ces sacs ne contenoient que quatre ou cinq cents muids, et l'on est toujours dans la crainte de n'en pas trouver d'autres après les avoir épuisés : il faut donc s'assurer s'il n'y a pas à proximité, c'est-à-dire, à deux ou trois lieues de distance du lieu où l'on veut établir un fourneau, d'autres mines en couches assez étendues, pour pouvoir être moralement sûr qu'une extraction continuée pendant un siècle, ne les épuisera pas ; sans cette prévoyance, la matière métallique venant à manquer, tout le travail cesseroit au bout d'un tems, la forge périroit faute d'aliment,

et l'on seroit obligé de détruire tout ce que l'on auroit édifié.

Au reste, quoique le fer se reproduise en grains sous nos yeux dans la terre végétale, c'est en trop petite quantité pour que nous puissions en faire usage, car toutes les minières, dont nous faisons l'extraction, ont été amenées, lavées et déposées par les eaux de la mer, lorsqu'elle couvroit encore nos continens; quelque grande que soit la consommation qu'on a faite, et qu'on fait tous les jours de ces mines, il paroît néanmoins que ces anciens dépôts ne sont pas à beaucoup près épuisés, et que nous en avons en France pour un grand nombre de siècles, quand même la consommation doubleroit par les encouragemens qu'on devroit donner à nos fabrications de fer; ce sera plutôt la matière combustible qui manquera, si l'on ne donne pas un peu plus d'attention à l'épargne des bois, en favorisant l'exploitation des mines de charbon de terre.

Presque toutes nos forges et fourneaux ne sont entretenus que par du charbon de bois (1), et comme il faut 18 à 20 ans d'âge

(1) Les charbons de chêne, charme, hêtre et autres bois durs, sont meilleurs pour le fourneau

au bois pour être converti en bon charbon, on doit compter qu'avec 250 arpens de bois bien économisés, l'on peut faire annuellement 600 ou 650 milliers de fer : il faut donc pour l'entretien d'un pareil établissement, qu'il y ait au moins 18 fois 250 ou 4,500 arpens à portée, c'est-à-dire, à deux ou trois lieues de distance, indépendamment d'une quantité égale ou plus grande pour la consommation du pays. Dans toute autre position, l'on ne pourra faire que 3 ou 400 milliers de fer par la rareté des bois; et toute forge qui ne produiroit pas 300 milliers de fer par an, ne vaudroit pas la peine d'être

---

de fusion; et ceux de tremble, bouleau et autres bois mous, sont préférables pour l'affinerie; mais il faut laisser reposer pendant quelques mois les charbons de bois durs. Le charbon de chêne employé à l'affinerie rend le fer cassant; mais au fourneau de fusion, c'est de tous les charbons celui qui porte le plus de mine; ensuite c'est le charbon de hêtre, celui de sapin, et celui de châtaignier qui de tous en porte le moins, et doit être réservé, avec les bois blancs, pour l'affinerie. On doit tenir sèchement et à couvert tous les charbons; ceux de bois blancs sur-tout s'altèrent à l'air et à la pluie dans très-peu de tems; le charbon des jeunes chênes, depuis 18 jusqu'à 30 ans d'âge, est celui qui brûle avec le plus d'ardeur.

établie ni maintenue : or, c'est le cas d'un grand nombre de ces établissemens faits dans les tems où le bois étoit plus commun, où on ne le tiroit pas par le flottage des provinces éloignées de Paris, où enfin la population étant moins grande, la consommation du bois, comme de toutes les autres denrées, étoit moindre ; mais maintenant que toutes ces causes et notre plus grand luxe ont concouru à la disette du bois, on sera forcé de s'attacher à la recherche de ces anciennes forêts enfouies dans le sein de la terre, et qui, sous une forme de matière minérale, ont retenu tous les principes de la combustibilité des végétaux, et peuvent les suppléer non seulement pour l'entretien des feux et des fourneaux nécessaires aux arts, mais encore pour l'usage des cheminées et des poëles de nos maisons, pourvu qu'on donne à ce charbon minéral, les préparations convenables.

Les mines en rouille ou en ocre, celles en grains et les mines spathiques ou en concrétions, sont les seules qu'on puisse encore traiter avantageusement dans la plupart de nos provinces de France, où le bois n'est pas fort abondant ; car quand même on y découvriroit des mines de fer primitif, c'est-

à-dire, de ces roches primordiales, telles que celles des contrées du nord, dans lesquelles la substance ferrugineuse est intimement mêlée avec la matière vitreuse, cette découverte nous seroit peu utile, attendu que le traitement de ces mines exige près du double de consommation de matière combustible, puisqu'on est obligé de les faire griller au feu pendant quinze jours ou trois semaines, avant de pouvoir les concasser et les jeter au fourneau; d'ailleurs ces mines en roche qui sont en masses très-dures, et qu'il faut souvent tirer d'une grande profondeur, ne peuvent être exploitées qu'avec de la poudre et de grands feux qui les ramollissent ou les font éclater: nous aurions donc un grand avantage sur nos concurrens étrangers, si nous avions autant de matières combustibles; car avec la même quantité nous ferions le double de ce qu'ils peuvent faire, puisque l'opération du grillage consomme presque autant de combustible que celle de la fusion; et comme je l'ai souvent dit, il ne tient qu'à nous d'avoir d'aussi bon fer que celui de Suède, dès qu'on ne sera pas forcé, comme on l'est aujourd'hui, de trop épargner le bois, ou que nous pourrons y suppléer par l'usage du charbon de terre épuré.

La bonne qualité du fer provient principalement du traitement de la mine avant et après sa mise au fourneau; si l'on obtient une très-bonne fonte, on sera déjà bien avancé pour faire d'excellent fer. Je vais indiquer le plus sommairement qu'il me sera possible, les moyens d'y parvenir, et par lesquels j'y suis parvenu moi-même, quoique je n'eusse sous ma main que des mines d'une très-médiocre qualité.

Il faut s'attacher dans l'extraction des mines en grains, aux endroits où elles sont les plus pures; si elles ne sont mêlées que d'un quart ou d'un tiers de matière étrangère, on doit encore les regarder comme bonnes; mais, si ce mélange hétérogène est de deux tiers ou de trois quarts, il ne sera guère possible de les traiter avantageusement, et l'on fera mieux de les négliger et de chercher ailleurs; car il arrive toujours que dans la même minière, dilatée sur une étendue de quelques lieues de terrain, il se trouve des endroits où la mine est beaucoup plus pure que dans d'autres; et de plus, la portion inférieure de la minière est communément la meilleure : au contraire dans les minières qui sont en sacs perpendiculaires, la partie supérieure est toujours

la plus pure, et on trouve la mine plus mélangée à mesure que l'on descend; il faut donc choisir, et dans les unes et dans les autres, ce qu'elles auront de mieux, et abandonner le reste si l'on peut s'en passer.

Cette mine extraite avec choix, sera conduite aux lavoirs pour en séparer toutes les matières terreuses que l'eau peut délayer, et qui entraînera aussi la plus grande partie des sables plus menus ou plus légers que les grains de la mine; seulement il faut être attentif à ne pas continuer le lavage, dès qu'on s'aperçoit qu'il passe beaucoup de mine avec le sable (1), ou bien il faut recevoir ce sable mêlé de mine, dans un dépôt

---

(1) Ce seroit entrer dans un trop grand détail, que de donner ici les proportions et les formes des différens lavoirs qn'on a imaginés pour nettoyer les mines de fer en grains, et les purger des matières étrangères, qui quelquefois sont tellement unies aux grains qu'on a grande peine à les en détacher. Le lavoir foncé de fer et percé de petits trous, inventé par M. Robert, sera très-utile pour les mines ainsi mêlées de terre grasse et attachante; mais pour toutes les autres mines qui ne sont mélangées que de sable calcaire ou de petits cailloux vitreux, les lavoirs les plus simples suffisent et même doivent être préférés.

d'où l'on puisse ensuite le tirer pour le cribler ou le vanner, afin de rendre la mine assez nette pour pouvoir la mêler avec l'autre. On doit de même cribler toute mine lavée qui reste encore chargée d'une trop grande quantité de sable ou de petits cailloux. En général, plus on épurera la mine par les lotions ou par le crible, et moins on consommera de combustible pour la fondre, et l'on sera plus que dédommagé de la dépense qu'on aura faite pour cette préparation de la mine par son produit au fourneau (1).

La mine épurée à ce point peut être confiée au fourneau avec certitude d'un bon

---

(1) Les cribles cylindriques, longs de quatre à cinq pieds sur dix-huit ou vingt pouces de diamètre, montés en fil de fer sur un axe à rayons, sont les plus expéditifs et les meilleurs ; j'en ai fait construire plusieurs, et je m'en suis servi avec avantage ; un enfant de dix ans suffit pour tourner ce crible dans lequel le minerai coule par une trémie : le sablon le plus fin tombe au dessous de la tête du crible, les grains de mines tombent dans le milieu, et les plus gros sables et petits cailloux vont au-delà par l'effet de la force centrifuge ; c'est de tous les moyens le plus sûr pour rendre la mine aussi nette qu'il est possible.

produit en quantité et en qualité; une livre et demie de charbon de bois suffira pour produire une livre de fonte, tandis qu'il faut une livre trois quarts, et quelquefois jusqu'à deux livres de charbon, lorsque la mine est restée trop impure : si elle n'est mêlée que de petits cailloux ou de sables vitreux, on fera bien d'y ajouter une certaine quantité de matière calcaire, comme d'un sixième ou d'un huitième par chaque charge, pour en faciliter la fusion ; si au contraire elle est trop mêlée de matière calcaire, on ajoutera une petite quantité, comme d'un quinzième ou d'un vingtième, de terre limoneuse ; ce qui suffira pour en accélérer la fusion.

Il y a beaucoup de forges où l'on est dans l'usage de mêler les mines de différentes qualités avant de les jeter au fourneau ; cependant on doit observer que cette pratique ne peut être utile que dans des cas particuliers ; il ne faut jamais mélanger une mine très-fusible avec une mine réfractaire, non plus qu'une mine en gros morceaux avec une mine en très-petits grains, parce que l'une se fondant en moins de tems que l'autre, il arrive qu'au moment de la coulée, la mine réfractaire, ou celle qui est en gros morceaux, n'est qu'à demi-

fondue; ce qui donne une mauvaise fonte dont les parties sont mal liées ; il vaut donc mieux fondre seules les mines, de quelque nature qu'elles soient, que de les mêler avec d'autres qui seroient de qualités très-différentes ; mais comme les mines en grains sont à peu près de la même nature, la plus ou moins grande fusibilité de ces mines ne vient pas de la différente qualité des grains , et ne provient que de la nature des terres et des sables qui y sont mêlés ; si ce sable est calcaire, la fonte sera facile; s'il est vitreux ou argilleux , elle sera plus difficile : on doit corriger l'un par l'autre, lorsque l'on veut mélanger ces mines au fourneau ; quelques essais suffisent pour reconnoître la quantité qu'il faut ajouter de l'une pour rendre l'autre plus fusible ; en général, le mélange de la matière calcaire à la matière vitreuse, les rend bien plus fusibles qu'elles ne le seroient séparément.

Dans les mines en roche ou en masse, ces essais sont plus faciles; il ne s'agit que de trouver celles qui peuvent servir de fondant aux autres ; il faut briser cette mine massive en morceaux d'autant plus petits qu'elle est plus réfractaire : au reste , les mines de fer qui contiennent du cuivre

doivent être rejetées, car elles ne donneroient que du fer très-cassant.

La conduite du fourneau demande tout autant, et peut-être encore plus d'attention que la préparation de la mine : après avoir laissé le fourneau s'échauffer lentement pendant trois ou quatre jours, en imposant successivement sur le charbon une petite quantité de mine (environ cent livres pesant), on met en jeu les soufflets en ne leur donnant d'abord qu'un mouvement assez lent (de quatre ou cinq foulées par minutes); on commence alors à augmenter la quantité de la mine, et l'on en met pendant les deux premiers jours, deux ou trois mesures (d'environ soixante livres chacune), sur six mesures de charbon (d'environ quarante livres pesant), à chaque charge que l'on impose au fourneau; ce qui ne se fait que quand les charbons enflammés dont il est plein, ont baissé d'environ trois pieds et demi. Cette quantité de charbon qu'on impose à chaque charge étant toujours la même, on augmentera graduellement celle de la mine d'une demi-mesure le troisième jour, et d'autant chaque jour suivant; en sorte qu'au bout de huit ou neuf jours, on imposera la charge com-

plette de six mesures de mine sur six mesures de charbon ; mais il vaut mieux, dans le commencement, se tenir au dessous de cette proportion que de se mettre au dessus.

On doit avoir l'attention d'accélérer la vîtesse des soufflets en même proportion à peu près qu'on augmente la quantité de mine, et l'on pourra porter cette vîtesse jusqu'à dix coups par minute, en leur supposant trente pouces de foulée, et jusqu'à douze coups si la foulée n'est que de vingt-quatre ou vingt-cinq pouces ; le régime du feu dépend de la conduite du vent, et de tous deux dépendent la célérité du travail et la fusion plus ou moins parfaite de la mine : aussi dans un fourneau bien construit, tout doit-il être en juste proportion ; la grandeur des soufflets, la largeur de l'orifice de leurs buses, doivent être réglées sur la capacité du fourneau ; une trop petite quantité d'air feroit languir le feu ; une trop grande le rendroit trop vif et dévorant, la fusion de la mine ne se feroit dans le premier cas que très-lentement et imparfaitement, et dans le second la mine n'auroit pas le tems de se liquéfier ; elle brûleroit en partie au lieu de se fondre en entier.

On jugera du résultat de tous ces effets

combinés par la qualité de la matte ou fonte de fer que l'on obtiendra : on peut couler toutes les neuf à dix heures ; mais on fera mieux de mettre deux ou trois heures de plus entre chaque coulée ; la mine en fusion tombe comme une pluie de feu dans le creuset où elle se tient en bain, et se purifie d'autant plus qu'elle y séjourne plus de tems ; les scories vitrifiées des matières étrangères dont elle étoit mêlée, surnagent le métal fondu, et le défendent en même tems de la trop vive action du feu qui ne manqueroit pas d'en calciner la surface ; mais comme la quantité de ces scories est toujours très-considérable, et que leur volume boursouflé s'élèveroit à trop de hauteur dans le creuset, on a soin de laisser couler, et même de tirer cette matière superflue, qui n'est que du verre impur, auquel on a donné le nom de *laitier*, et qui ne contient aucune partie de métal lorsque la fusion de la mine se fait bien ; on peut en juger par la nature même de ce laitier ; car s'il est fort rouge, s'il coule difficilement, s'il est poisseux ou mêlé de mine mal fondue, il indiquera le mauvais travail du fourneau ; il faut que ce laitier soit coulant et d'un rouge léger en sortant du fourneau :

neau : ce rouge que le feu lui donne s'évanouit au moment qu'il se refroidit, et il prend différentes couleurs suivant les matières étrangères qui dominoient dans le mélange de la mine.

On pourra donc toutes les douze heures obtenir une gueuse ou lingot d'environ deux milliers ; et si la fonte est bien liquide et d'une belle couleur de feu, sans être trop étincelante, on peut bien augurer de sa qualité ; mais on en jugera mieux en l'examinant après l'avoir couverte de poussière de charbon, et l'avoir laissé refroidir au moule pendant six ou sept heures ; si le lingot est très-sonore, s'il se casse aisément sous la masse, si la matière en est blanche et composée de lames brillantes et de gros grains à facettes, on prononcera, sans hésiter, que cette fonte est de mauvaise, ou du moins de très-médiocre qualité, et que pour la convertir en bon fer, le travail ordinaire de l'affinerie ne seroit pas suffisant : il faudra donc tâcher de corriger d'avance cette mauvaise qualité de la fonte par le traitement au fourneau ; pour cela on diminuera d'un huitième ou même d'un sixième, la quantité de mine que l'on impose à chaque charge sur la même quantité de charbon ;

ce qui seul suffira pour changer la qualité de la fonte ; car alors on obtiendra des lingots moins sonores, dont la matière, au lieu d'être blanche et à gros grains, sera grise et à petits grains serrés ; et si l'on compare la pesanteur spécifique de ces deux fontes, celle-ci pèsera plus de 500 livres le pied cube, tandis que la première n'en pèsera guère que 470 ou 475 ; et cette fonte grise à grains serrés, donnera du bon fer au travail ordinaire de l'affinerie, où elle demandera seulement un peu plus de tems et de feu pour se liquéfier (1).

(1) La fonte blanche, dit M. de Grignon, est la plus mauvaise ; elle est blanche lorsqu'on surcharge le fourneau de trop de mine relativement au charbon ; elle peut aussi devenir telle par la négligence du fondeur, lorsqu'il n'a pas attention de travailler son ouvrage pour faire descendre doucement les charges, et qu'il les laisse former une voûte au dessus de la tuyère, et toutes les fois que la fusion n'est pas exacte, et que la mine est précipitée dans le bain sans être assez préparée, et enfin lorsque par quelque cause que ce soit, la chaleur se trouve diminuée dans le fourneau. La fonte blanche est sonore, dure et fragile ; elle est très-fusible au feu, mais elle donne un fer cassant, dur et rouverain.

La fonte qu'on appelle *truitée*, est parsemée de taches grises ; elle est moins mauvaise que la fonte

Il en coûte donc plus au fourneau et plus à l'affinerie pour obtenir du bon fer que

---

purement blanche : cette fonte truitée est très-propre à faire de gros ouvrages, comme des enclumes ; elle se travaille aisément et donne de meilleur fer que les fontes blanches.

Une fonte grise devient blanche, dure et cassante lorsqu'on la coule dans un moule humide et à une petite épaisseur : la partie la plus mince est plus blanche que le reste ; celle qui suit est truitée, et il n'y a que les endroits les plus épais dont la fonte soit grise.

La fonte grise donne le meilleur fer : il y en a de deux espèces, l'une d'un gris cendré et l'autre d'un gris beaucoup plus foncé, tirant sur le brun noir. La première est la meilleure ; elle sort du fourneau aussi fluide que de l'eau : cette fonte grise, dans son état de perfection, donne une cristallisation régulière en la laissant refroidir lentement pendant plusieurs jours ; elle fait une retraite très-considérable sur elle-même : sa cristallisation est en forme pyramidale, et se termine en une pointe très-aiguë ; elle se forme principalement dans les petites cavités de la fonte.

La fonte grise est moins sonore que la blanche, parce qu'elle est plus douce et que ses parties sont plus souples.

La fonte brune ou noirâtre est telle, parce qu'on a donné trop peu de mine relativement au charbon, et que la chaleur du fourneau étoit trop grande ; elle est moins pesante et plus poreuse que l'autre fonte,

pour en faire du mauvais, et j'estime qu'avec la même mine la différence peut aller à un quart en sus ; si la fabrication du mauvais fer coûte 100 francs par millier, celle du bon fer coûtera 125 livres ; et malheureusement dans le commerce, on ne paie guère que dix livres de plus le bon fer, et souvent on le néglige pour n'acheter que le mauvais. Cette différence seroit encore plus grande si l'on ne regagnoit pas quelque chose dans la conversion de la bonne fonte en fer ; il n'en faut qu'environ 1,400 pesant, tandis

---

et plus douce à la lime ; elle s'égrène plus facilement, mais se casse plus difficilement ; elle est très-dure à fondre, mais elle donne un bon fer nerveux : ses cristaux sont de la même forme que ceux de la fonte grise, mais seulement plus courts. Cette fonte brune ou noire ne réussit pas pour mouler des pièces minces, parce qu'elle ne prend pas bien les impressions, mais elle est très-bonne pour de grosses pièces de résistance, comme tourillons, colliers d'arbres, etc. Il se forme beaucoup d'écailles minces et de limaille sur cette fonte noire, poreuse et soufflée : cette limaille est assez semblable à du mica noir ou sablon ferrugineux qui se trouve dans quelques mines, et qui ressemble aussi au sablon ferrugineux de la platine ; ces petites lames sont autant de parcelles atténuées du régule de fer. *Mémoires de physique, par M. de Grignon, pages* 60 *et suivantes.*

qu'il faut au moins 15, et souvent 1,600 d'une mauvaise fonte pour faire un millier de fer. Tout le monde pourroit donc faire de la bonne fonte et fabriquer du bon fer; mais l'impôt dont il est grevé force la plupart de nos maîtres de forges à négliger leur art, et à ne rechercher que ce qui peut diminuer la dépense et augmenter la quantité; ce qui ne peut se faire qu'en altérant la qualité. Quelques-uns d'entre eux, pour épargner la mine, s'étoient avisés de faire broyer les crasses ou scories qui sortent du foyer de l'affinerie, et qui contiennent une certaine quantité de fer intimement mêlé avec des matières vitrifiées; par cette addition ils trouvèrent d'abord un bénéfice considérable en apparence; le fourneau rendoit beaucoup plus de fonte, mais elle étoit si mauvaise qu'elle perdoit à l'affinerie ce qu'elle avoit gagné au fourneau, et qu'après cette perte, qui compensoit le bénéfice ou plutôt le réduisoit à rien, il y avoit encore tout à perdre sur la qualité du fer qui participoit de tous les vices de cette mauvaise fonte; ce fer étoit si cendreux, si cassant, qu'il ne pouvoit être admis dans le commerce.

Au reste, le produit en fer que peut

donner la fonte, dépend aussi beaucoup de la manière de la traiter au feu de l'affinerie : « J'ai vu, dit M. de Grignon, dans des forges du bas Limousin, faire avec la même fonte, deux sortes de fer : le premier doux, d'excellente qualité et fort supérieur à celui du Berri ; on y emploie 1,400 livres de fonte ; le second est une combinaison de fer et d'acier pour les outils aratoires, et l'on n'emploie que 1,200 livres de fonte pour obtenir un millier de fer ; mais on consomme un sixième de plus de charbon que pour le premier. Cette différence ne provient que de la manière de poser la tuyère, et de préserver le fer du contact immédiat du vent (1) ». Je pense qu'en effet, si l'on pouvoit en affinant la fonte la tenir toujours hors de la ligne du vent, et environnée de manière qu'elle ne fût point exposée à l'action de l'air, il s'en brûleroit beaucoup moins, et qu'avec 1,200 ou tout au plus 1,300 livres de fonte, on obtiendroit un millier de fer.

La mine la plus pure, celle même dont on a trié les grains un à un, est souvent

---

(1) Lettre de M. le chevalier de Grignon à M. le comte de Buffon, datée de Paris, le 29 juillet 1782.

intimement mêlée de particules d'autres métaux ou demi-métaux, et particulièrement de cuivre et de zinc ; ce premier métal qui est fixe, reste dans la fonte, et le zinc, qui est volatil, se sublime ou se brûle (1).

---

(1) Il s'élève beaucoup de vapeurs qui s'étendent à une grande hauteur au dessus du gueulard d'un fourneau où l'on fond la mine de fer ; cette vapeur prend feu au bord de la surface de cette ouverture : les bords se revêtent d'une poussière blanche ou jaune, qui est une matière métallique décomposée et sublimée : outre cela, il se forme sur les parois dans l'intérieur du fourneau, à commencer aux deux tiers environ de sa hauteur depuis la cuve, une matière brune dont la couche est légère, mais fort adhérente aux briques du fourneau ; cette matière sublimée est ferrugineuse : il y a souvent dans le brun des taches blanches et jaunâtres, et l'on y trouve dans quelques cavités de belles cristallisations en filets déliés.... Cette substance est la cadmie des fourneaux ; on en retire du zinc ; ainsi ce demi-métal paroît être contenu dans la mine de fer ; il reste même du zinc dans la fonte de fer après la fusion, quoique la plus grande partie de ce demi-métal, qui ne peut souffrir une violente action du feu sans se brûler et se volatiliser, soit réduite en tutie vers l'ouverture du fourneau, où elle forme une suie métallique qui s'attache aux parois du fourneau ; et cette suie de zinc et ce fer est le pompholix. Non seulement toutes les mines de fer de Champagne, mais encore celles

La fonte blanche, sonore et cassante que je reprouve pour la fabrique du bon fer, n'est guère plus propre à être moulée ; elle se boursoufle au lieu de se condenser par la retraite, et se casse au moindre choc ; mais la fonte blanchâtre, et qui commence à tirer au gris, quoique très-dure et encore assez aigre, est très-propre à faire des colliers d'arbres de roues, des enclumes et d'autres grosses masses qui doivent résister au frottement ou à la percussion : on en fait aussi des boulets et des bombes ; elle se moule aisément et ne prend que peu de retraite dans le moule. On peut d'ailleurs

---

des autres provinces de France contiennent du zinc. *Mémoires de physique, par M. de Grignon, pages* 275 *et suiv.*

M. Granger dit, que toutes les mines de fer brunes, opaques ou ocracées, contiennent de la chaux de zinc, et qu'il y a un passage comme insensible de ces mines à la pierre calaminaire, et réciproquement de la pierre calaminaire à ces mines de fer. On voit tous ces dégrés dans le pays de Liége et dans le duché de Limbourg : « Nous croyons, ajoute-t-il, que cette dose du zinc, contenue dans les mines de fer, est ce qui leur donne la facilité de produire des fers de tant de qualités différentes, et qu'elle est peut-être plus considérable qu'on ne pense ». *Journal de physique, mois de septembre* 1775, *pages* 225 *et suiv.*

se procurer à moindres frais, cette espèce de fonte au moyen de simples fourneaux à réverbères (1), sans soufflets, et dans lesquels on emploie le charbon de terre plus ou moins épuré; comme ce combustible donne une chaleur beaucoup plus forte que celle du charbon de bois, la mine se fond et coule dans ces fourneaux aussi prompte-

(1) C'est la pratique commune en plusieurs provinces de la Grande-Bretagne, où l'on fond et coule de cette manière les plus belles fontes moulées et des masses de plusieurs milliers en gros cylindres et autres formes. Nous pourrions de même faire usage de ces fourneaux dans les lieux où le charbon de terre est à portée. M. le marquis de Luchet m'a écrit qu'il avoit fait essai de cette méthode dans les provinces du comté de Nassau. « J'ai mis, dit-il, dans un fourneau construit selon la méthode anglaise, cinq quintaux de mine de fer, et au bout de huit heures, la mine étoit fondue ». *Lettre de M. le marquis de Luchet à M. le comte de Buffon, datée de Ferney, le 4 mars* 1775.

Je suis convaincu de la vérité de ce fait, que M. de Luchet opposoit à un fait également vrai, et que j'ai rapporté. (*Voyez dans le quatrième volume, l'introduction à l'histoire des minéraux*). C'est que la mine de fer ne se fond point dans nos fourneaux de réverbère, même les plus puissans, tels que ceux de nos verreries et glaceries; le différence vient de ce qu'on la chauffe avec du bois, dont la chaleur n'est pas à beaucoup près aussi forte que celle du charbon de terre.

ment et en plus grande quantité que dans nos hauts fourneaux, et on a l'avantage de pouvoir placer ces fourneaux par-tout; au lieu qu'on ne peut établir que sur des courans d'eau nos grands fourneaux à soufflets; mais cette fonte faite au charbon de terre dans ces fourneaux de réverbère, ne donne pas du bon fer, et les anglais, tout industrieux qu'ils sont, n'ont pu jusqu'ici parvenir à fabriquer des fers de qualité même médiocre avec ces fontes, qui vraisemblablement ne s'épurent pas assez dans ces fourneaux; et cependant j'ai vu et éprouvé moi-même qu'il étoit possible, quoiqu'assez difficile, de faire du bon fer avec de la fonte fondue au charbon de terre, dans nos hauts fourneaux à soufflets, parce qu'elle s'y épure davantage que dans ceux de réverbère.

Cette fonte faite dans des fourneaux de réverbère peut utilement être employée aux ouvrages moulés; mais comme elle n'est pas assez épurée, on ne doit pas s'en servir pour les canons d'artillerie; il faut au contraire la fonte la plus pure, et j'ai dit ailleurs (1), qu'avec des précautions et une

---

(1) Voyez la partie expérimentale, tome VI. — *Mémoire sur les moyens de perfectionner les canons de fonte de fer.*

bonne conduite au fourneau, on pouvoit épurer la fonte, au point que les pièces de canon, au lieu de crever en éclats meurtriers, ne feroient que se fendre par l'effet d'une trop forte charge, et dès-lors résisteroient sans peine et sans altération à la force de la poudre aux charges ordinaires.

Cet objet étant d'une grande importance, mérite une attention particulière; il faut d'abord bannir le préjugé où l'on étoit, qu'il n'est pas possible de tenir la fonte de fer en fusion pendant plus de quinze ou vingt heures; qu'en la gardant plus longtems elle se brûle; qu'elle peut aussi faire explosion; qu'on ne peut donner au creuset du fourneau une assez grande capacité pour contenir dix ou douze milliers de fonte; que ces trop grandes dimensions du creuset et de la cuve du fourneau en altéreroient, ou même en empêcheroient le travail, etc.; toutes ces idées, quoique très-peu fondées, et pour la plupart fausses, ont été adoptées: on a cru qu'il falloit deux et même trois hauts fourneaux pour pouvoir couler une pièce de trente-six et même de vingt-quatre, afin de partager en deux ou même en trois creusets, la quantité de fonte nécessaire, et ne la tenir en fusion que dix-huit ou

vingt heures ; mais indépendamment des mauvais effets de cette méthode dispendieuse et mal conçue, je puis assurer que j'ai tenu pendant quarante-huit heures, sept milliers de fonte en fusion dans mon fourneau, sans qu'il soit arrivé le moindre inconvénient, sans qu'elle ait bouillonné plus qu'à l'ordinaire, sans qu'elle se soit brûlée, etc. (1), et

---

(1) Ayant fait part de mes observations à M. le vicomte de Morogues, et lui ayant demandé le résultat des expériences faites à la fonderie de Ruelle en Angoumois, voici l'extrait des réponses qu'il eut la bonté de me faire.

« On a fondu à Ruelle, des canons de 24 à un seul fourneau ; le creuset devoit contenir 7,500 ou 8,000 de matière ; la fusion de la fonte ne peut pas être égale dans deux fourneaux différens, et c'est ce qui doit déterminer à ne couler qu'à un seul fourneau.

» On emploie environ 48 heures pour la fusion de 7,500 ou 8,000 de matière pour un canon de 24 ; et l'on emploie 23 à 24 heures pour la fusion de 3,500 pour un canon de huit ; ainsi, la fonte de gros canon ayant été le double du tems dans le creuset, il est évident qu'elle a dû se purifier davantage.

» Il n'est pas à craindre que la fonte se brûle, lorsqu'elle est une fois en bain dans le creuset. A la vérité lorsqu'il y a trop de charbon, et par conséquent trop de feu et trop peu de mine dans le fourneau, elle se brûle en partie au lieu de fondre en entier ; la fonte qui en résulte est brune, poreuse et bourrue,

que j'ai vu clairement que si la capacité du creuset qui s'étoit fort augmentée par un

---

et n'a pas la consistance ni la dureté d'une bonne fonte ; seulement il faut avoir attention que la fonte dans le bain soit toujours couverte d'une certaine quantité de laitier. Cette fonte bourrue, dont nous venons de parler, est douce et se fore aisément; mais, comme elle a peu de densité et par conséquent de résistance, elle n'est pas bonne pour les canons.

» La fonte grise à petits grains, doit être préférée à la fonte trop brune qui est trop tendre, et à la fonte blanche à gros grains qui est trop dure et trop impure.

» Il faut laisser le canon refroidir lentement dans son moule, pour éviter la sorte de trempe qui ne peut que donner de l'aigreur à la matière du canon : bien des gens croient néanmoins que cette surface extérieure, qui est la plus pure, donne beaucoup de force au canon.

Il n'y a pas long-tems que l'on tourne les pièces de canon, et qu'on les coule pleines pour les forer ensuite; l'avantage, en les coulant pleines, est d'éviter les chambres qui se forment dans tous les canons coulés à noyaux. L'avantage de les tourner consiste en ce qu'elles seront parfaitement centrées et d'une épaisseur égale dans toutes les parties correspondantes : le seul inconvénient du tour, est que les pièces sont plus sujettes à la rouille, que celles dont on n'a pas entamé la surface.

» La plus grande difficulté est d'empêcher le canon de s'arquer dans le moule; or, le tour remédie à ce

feu de six mois eût été plus grande, j'aurois pu y amasser encore autant de milliers de

---

défaut et à tous ceux qui proviennent des petites imperfections du moule.

» La première couche qui se durcit dans la fonte d'un canon, est la plus extérieure, l'humidité et la fraîcheur du moule lui donnent une trempe qui pénètre à une ligne ou une ligne et demie dans les pièces de gros calibre, et davantage dans ceux de petit calibre, parce que leur surface est proportionnellement plus grande relativement à leur masse : or, cette enveloppe trempée est plus cassante, quoique plus dure que le reste de la matière; elle ne lui est pas aussi intimement unie, et semble faire un cercle concentrique, assez distinct du reste de la pièce; elle ne doit donc pas augmenter la résistance de la pièce. Mais, si l'on craint encore de diminuer la résistance du canon, en enlevant l'écorce par le tour, il n'y aura qu'à compenser cette diminution, en donnant deux ou trois lignes de plus d'épaisseur au canon.

» On a observé que la matière est meilleure dans la culasse des pièces que dans les volées, et cette matière de la culasse est celle qui a coulé la première, et qui est sortie du fond du creuset, et qui, par conséquent, a été tenue le plus long-tems en fusion; au contraire, la masselotte du canon, qui est la matière qui coule la dernière; est d'une mauvaise qualité et remplie de scories.

» On doit observer que si l'on veut fondre du canon de 24 à un seul fourneau, il seroit mieux de commen-

matière en fusion, qui n'auroit rien souffert en la laissant toujours surmontée du laitier nécessaire pour la défendre de la trop grande action du feu et du contact de l'air : cette fonte au contraire, tenue pendant quarante-huit heures dans le creuset, n'en étoit que meilleure et plus épurée; elle pesoit cinq cents douze livres le pied cube; tandis que les fontes grises ordinaires qu'on travailloit alors à mes forges, ne pesoient que quatre cents quatre-vingt-quinze livres, et que les fontes blanches ne pesoient que quatre cents soixante-douze livres le pied cube (1).

---

cer par ne donner au creuset que les dimensions nécessaires pour couler du 18, et laisser agrandir le creuset par l'action du feu, avant de couler du 24; et par la même raison, on fera l'ouvrage pour couler du 24, qu'on laissera ensuite agrandir pour couler du 36 ». *Mémoire envoyé par M. le vicomte de Morogues à M. de Buffon; Versailles, le 1er février* 1769.

(1) J'ai fait ces épreuves à une très-bonne et grande balance hydrostatique, sur des morceaux cubiques de fonte de 4 pouces; c'est-à-dire, de 64 pouces cubes, tous également tirés du milieu des gueuses, et ensuite ajustés par la lime à ces dimensions. M. Brisson, dans sa table des pesanteurs spécifiques, donne 504 livres 7 onces 6 gros de poids, à 1 pied cube de fonte; 545 livres 2 onces 4 gros au fer forgé, et 547 livres 4 onces à l'acier.

Il peut donc y avoir une différence de plus de trente-cinq livres par pied cube, c'est-à-dire, un douzième environ sur la pesanteur spécifique de la fonte de fer; et comme sa résistance est tout au moins proportionnelle à sa densité, il s'ensuit que les pièces de canon de cette fonte dense résisteront à la charge de douze livres de poudre, tandis que celles de fonte blanche et légère éclateront par l'effort d'une charge de dix à onze livres. Il en est de même de la pureté de la fonte; elle est, comme sa résistance, plus que proportionnelle à sa densité; car ayant comparé le produit en fer de ces fontes, j'ai vu qu'il falloit quinze cents cinquante des premières, et seulement treize cents vingt de la fonte épurée qui pesoit cinq cents douze livres le pied cube, pour faire un millier de fer.

Quelque grande que soit cette différence, je suis persuadé qu'elle pourroit l'être encore plus, et qu'avec un fourneau construit exprès pour couler du gros canon, dans lequel on ne verseroit que de la mine bien préparée, et à laquelle on donneroit en effet quarante-huit heures de séjour dans le creuset avec un feu toujours égal, on obtiendroit de la fonte encore plus dense, plus

plus résistante, et qu'on pourroit parvenir au point de la rendre assez métallique pour que les pièces, au lieu de crever en éclats, ne fissent que se fendre, comme les canons de bronze, par une trop forte charge.

Car la fonte n'est dans le vrai qu'une matte plus ou moins mélangée de matières vitreuses; il ne s'agiroit donc que de purger cette matte de toutes les parties hétérogènes, et l'on auroit du fer pur; mais, comme cette séparation des parties hétérogènes ne peut se faire complettement par le feu du fourneau, et qu'elle exige de plus le travail de l'homme et la percussion du marteau, tout ce que l'on peut obtenir par le régime du feu le mieux conduit, le plus long-tems soutenu, est une fonte en régule encore plus épurée que celle dont je viens de parler; il faut pour cela briser en morceaux cette première fonte et la faire refondre; le produit de cette seconde fusion sera du régule, qui est une matière mitoyenne entre la fonte et le fer: ce régule approche de l'état de métallisation; il est un peu ductile, ou du moins il n'est ni cassant, ni aigre, ni poreux, comme la fonte ordinaire; il est au contraire très-dense, très-compact, très-résistant, et

par conséquent très-propre à faire de bons canons.

C'est aussi le parti que l'on vient de prendre pour les canons de notre marine ; on casse en morceaux les vieux canons ou les gueuses de fonte, on les refond dans des fourneaux d'aspiration à réverbère : la fonte s'épure et se convertit en régule par cette seconde fusion ; on a confié la direction de ce travail à M. Wilkinson, habile artiste anglais, qui a très-bien réussi. Quelques autres artistes français ont suivi la même méthode avec succès, et je suis persuadé qu'on aura dorénavant d'excellens canons, pourvu qu'on ne s'obstine pas à les tourner ; car je ne puis être ici de l'avis de M. le vicomte de Morogues (1), dont néanmoins je respecte les lumières, et je pense qu'en enlevant par le tour l'écorce du canon, on lui ôte sa cuirasse, c'est-à-dire, la partie la plus dure et la plus résistante de toute sa masse (2).

---

(1) Voyez la note précédente.

(2) Voici ce que m'a écrit, à ce sujet, M. de la Belouze, conseiller au parlement de Paris, qui a fait des expériences et des travaux très-utiles dans ses forges du Nivernois. « Vous regardez, monsieur, comme

Cette fonte refondue ou ce régule de fer, pèse plus de cinq cents trente livres le pied

---

fait certain, que la fonte la plus dense est la meilleure pour faire des canons; j'ai hésité long-tems sur cette vérité, et j'avois pensé d'abord que la fonte première, comme étant plus légère, et conséquemment plus élastique, cédant plus facilement à l'impulsion de la poudre, devroit être moins sujette à casser que la fonte seconde, c'est-à-dire, la fonte refondue qui est beaucoup plus pesante.

» Je n'ai décidé le sieur Frerot à les faire de fonte refondue, que parce qu'en Angleterre on ne les fait que de cette façon; cependant en France, on ne les fond que de fonte première..... La fonte refondue est beaucoup plus pesante, car elle pèse 520 à 530 livres, au lieu que l'autre ne pèse que 500 livres le pied cube....

» Vous avez grande raison, monsieur, de dire qu'il ne faut pas tourner les canons..... La partie extérieure des canons, c'est-à-dire, l'enveloppe, est toujours la plus dure, et ne se fond jamais au fourneau de réverbère, et sans le ringard, on retireroit presque les pièces figurées comme elles étoient lorsqu'on les a mises au fourneau. Cette enveloppe se convertit presque toute en fer à l'affinerie; car avec 1,100 ou 1,150 livres de fonte, on fait un millier de très-bon fer.... tandis qu'il faut 14 ou 1,500 livres de notre fonte première, pour avoir un millier de fer....

» Vous desireriez, monsieur, qu'on pût couler les

cube ; et comme le fer forgé pèse cinq cents quarante-cinq ou cinq cents quarante-six livres, et que la meilleure fonte ne pèse que cinq cents douze, on voit que le régule, est dans l'état intermédiaire et moyen entre la fonte et le fer : on peut donc être assuré que les canons faits avec ce régule non-seulement résisteront à l'effort des charges ordinaires , mais qu'ayant en même tems un peu de ductilité, ils se fendront au lieu d'éclater à de trop fortes charges.

On doit préférer ces nouveaux fourneaux d'aspiration à nos fourneaux ordinaires, parce qu'il ne seroit pas possible de re-

---

canons avec la fonte d'un seul fourneau ; mais le poids en est trop considérable , et je ne crois pas que le sieur Wilkinson les coule à Indret avec le jet d'un seul fourneau, sur-tout pour les canons de 24. Le sieur Frerot ne coule que des canons de 18 avec le jet de deux fourneaux de pareille grandeur et dans la même exposition; il coule avec un seul fourneau les canons de 12; mais il a toujours un fourneau près, de la fonte duquel il peut se servir pour achever le canon, et le surplus de la fonte du second fourneau s'emploie à couler de petits canons; on ne fait pour cela que détourner le jet, lorsque le plus gros canon est coulé ». *Extrait d'une lettre de M. de la Belouze à M. de Buffon, datée de Paris, le* 31 *juillet* 1781.

fondre la fonte en gros morceaux dans ces derniers, et qu'il y a un grand avantage à se servir des premiers, que l'on peut placer où l'on veut, et sur des plans élevés où l'on a la facilité de creuser des fosses profondes, pour établir le moule du canon sans craindre l'humidité ; d'ailleurs, il est plus court et plus facile de réduire la fonte en régule par une seconde fusion, que par un très-long séjour dans le creuset des hauts fourneaux : ainsi, l'on a très-bien fait d'adopter cette méthode pour fondre les pièces d'artillerie de notre marine (1).

La fonte épurée autant qu'elle peut l'être dans un creuset, ou refondue une seconde fois, devient donc un régule qui fait la nuance ou l'état mitoyen entre la fonte et le fer ; ce régule dans sa première fusion coule à peu près comme la fonte ordinaire; mais, lorsqu'il est une fois refroidi, il devient presque aussi infusible que le fer : le

(1) La fonderie royale que le ministre de la marine vient de faire établir près de Nantes en Bretagne, démontre la supériorité de cette méthode sur toutes celles qui étoient en usage auparavant, et qui étoient sujettes aux inconvéniens dont nous venons de faire mention.

feu des volcans a quelquefois formé de ces régules de fer, et c'est ce que les minéralogistes ont appelé mal à propos *fer natif*; car, comme nous l'avons dit, le fer de nature est toujours mêlé de matières vitreuses, et n'existe que dans les roches ferrugineuses, produites par le feu primitif.

La fonte de fer tenue très-long-tems dans le creuset, sans être agitée et remuée de tems en tems, forme quelquefois des boursouflures ou cavités dans son intérieur où la matière se cristallise (1). M. de Grignon

---

(1) M. de Grignon rejette avec raison l'opinion de M. Romé Delile, qui, dans sa cristallographie, prétend « que l'eau tenue dans son état de fluidité, et aidée du secours de l'air, est le principal et peut-être l'unique instrument de la Nature, dans la formation des cristaux métalliques; qu'on ne peut attribuer la génération des cristaux métalliques, à des fusions violentes qui s'opèrent dans le sein de la terre, au moyen des feux souterrains que l'on y suppose; qu'inutilement on tenteroit d'imiter ces cristaux dans nos laboratoires par le secours du feu ou par la voie sèche, plutôt que par la voie humide; qu'il ne faut pas confondre les figures ébauchées par l'art, avec les vraies formes cristallines, qui sont le produit d'une opération lente de la Nature par l'intermède de l'eau ». *Cristallographie, pages* 321 *et* 322.... M. de Grignon oppose

est le premier qui ait observé ces cristallisations du régule de fer, et l'on a reconnu

---

à cela des faits évidens ; il a trouvé un morceau de fonte de fer niché dans une masse de fonte et de laitier, qui est restée en fusion pendant plusieurs jours, et dont le refroidissement a été prolongé pendant plus de quinze dans son fourneau... On voyoit dans ce morceau deux cristaux cubiques de régule de fer, et la partie du milieu étoit formée d'une multitude de petits cristaux de fonte de fer, que l'on peut regarder comme les élémens des plus grands. Ces petits cristaux étoient tous absolument semblables et fort réguliers dans toutes leurs parties.... Ils ne différoient entre eux que par le volume....

Cet exemple fait voir, comme le dit M. de Grignon, que l'on peut parvenir à la génération des cristaux métalliques, en employant des moyens convenables, c'est-à-dire, un feu véhément et un refroidissement très-lent et sans trouble ; cela est non seulement vrai pour le fer, mais pour tous les autres métaux que l'on peut également faire cristalliser au feu de nos fourneaux, comme les derniers travaux de nos chymistes, et les régules cristallisés qu'ils ont obtenus de la plupart des métaux et des demi-métaux, l'ont évidemment prouvé; ainsi, l'opinion de M. Delile étoit bien mal fondée : tout dissolvant qui rend la matière fluide, la dispose à la cristallisation, et elle s'opère dans les matières fondues par le feu, comme dans celles qui sont liquéfiées par l'eau.

« Ces deux élémens, dit très-bien M. de Grignon,

depuis que tous les métaux et les régules des demi-métaux se cristallisoient de même à un feu bien dirigé et assez long-tems soutenu ; en sorte qu'on ne peut plus douter que la cristallisation, prise généralement, ne puisse s'opérer par l'élément du feu comme par celui de l'eau.

Le fer est de tous les métaux celui dont l'état varie le plus ; tous les fluides, à l'excep-

---

donnent à peu près les mêmes produits par des procédés différens, avec des substances qui peuvent se modifier également par ces deux agens ; mais l'eau qui peut dissoudre et cristalliser les sels, charier et faciliter la condensation d'un métal minéralisé ou en état de décomposition, élever la charpente des corps organisés, ne peut concourir à donner à aucun métal, en son état de métalléïté parfaite, une forme régulière, c'est-à-dire, le cristalliser.... C'est au feu, l'agent le plus actif, le plus puissant de la Nature, que sont réservées ces importantes opérations ; au lieu que l'eau y emploie une longue suite de siècles ». *Mémoires de physique, pages 476 et suivantes.*

J'ai fait moi-même un essai sur la cristallisation de la fonte de fer, que je crois devoir rapporter ici. Cet essai a été fait dans un très-grand creuset de molybdène, sur une masse d'environ 250 livres de fonte : on avoit pratiqué, vers le bas de ce creuset, un trou de huit à neuf lignes de diamètre, que l'on avoit ensuite bouché avec de la terre de coupelle. Ce creuset

tion du mercure, l'attaquent et le rongent; l'air sec produit à sa surface une rouille légère qui, en se durcissant, fait l'effet d'un vernis impénétrable et assez ressemblant au vernis des bronzes antiques; l'air humide forme une rouille plus forte et plus profonde, de couleur d'ocre; l'eau produit avec le tems, sur le fer qu'on y laisse plongé, une rouille noire et légère. Toutes les substances

---

fut placé sur une grille, et entouré au bas, de charbons ardens, tandis que la partie supérieure étoit défendue de la chaleur, par une table circulaire de briques; on remplit ensuite le creuset,de fonte liquide, et quand la surface supérieure de cette fonte, qui étoit exposée à l'air, eut pris de la consistance, on ouvrit promptement le bas du creuset; il coula, d'un seul jet, plus de moitié de la fonte encore rouge, et qui laissa une grande cavité dans l'intérieur de toute la masse; cette cavité se trouva hérissée de très-petits cristaux, dans lesquels on distinguoit, à la loupe, des faces disposées en octaëdres, mais la plupart étoient comme des trémies creuses, puisque avec une barbe de plume, elles se détachoient et tomboient en petits feuillets comme les mines de fer micacées; ce qui néanmoins est éloigné des belles cristallisations de M. de Grignon, et annonce que, dans cette opération, le refroidissement fut encore trop prompt; car il est bon de le répéter, ce n'est que par un refroidissement très-lent que la fonte en fusion peut prendre une forme cristallisée.

salines font de grandes impressions sur ce métal, et le convertissent en rouille : le soufre fait fondre en un instant le fer rouge de feu, et le change en pyrite ; enfin l'action du feu détruit le fer ou du moins l'altère, dès qu'il a pris sa parfaite métallisation ; un feu très-véhément le vitrifie ; un feu moins violent, mais long-tems continué, le réduit en colcotar pulvérulent ; et lorsque le feu est à un moindre dégré, il ne laisse pas d'attaquer à la longue la substance du fer, et en réduit la surface en lames minces et en écailles. La fonte de fer est également susceptible de destruction par les mêmes élémens ; cependant l'eau n'a pas autant d'action sur la fonte que sur le fer, et les plus mauvaises fontes, c'est-à-dire, celles qui contiennent le plus de parties vitreuses, sont celles sur lesquelles l'air humide et l'eau font le moins d'impression.

Après avoir exposé les différentes qualités de la fonte de fer et les différentes altérations que la seule action du feu peut lui faire subir jusqu'à sa destruction, il faut reprendre cette fonte au point où notre art la convertit en une nouvelle matière que la Nature ne nous offre nulle part sous cette forme, c'est-à-dire, en fer et en acier, qui,

de toutes les substances métalliques, sont les plus difficiles à traiter, et doivent, pour ainsi dire, toutes leurs qualités à la main et au travail de l'homme; mais, ce sont aussi les matières qui, comme par dédommagement, lui sont les plus utiles et plus nécessaires que tous les autres métaux, dont les plus précieux n'ont de valeur que par nos conventions, puisque les hommes qui ignorent cette valeur de convention, donnent volontiers un morceau d'or pour un clou. En effet, si l'on estime les matières par leur utilité physique, le sauvage a raison; et si nous les estimons par le travail qu'elles coûtent, nous trouverons encore qu'il n'a pas moins raison. Que de difficultés à vaincre! Que de problêmes à résoudre! Combien d'arts accumulés les uns sur les autres ne faut-il pas pour faire ce clou ou cette épingle dont nous faisons si peu cas? D'abord de toutes les substances métalliques la mine de fer est la plus difficile à fondre(1);

---

(1) *Nota.* Il y a quelques mines de cuivre pyriteuses, qui sont encore plus longues à traiter que la mine de fer; il faut neuf ou dix grillages préparatoires à ces mines de cuvire pyriteuses, avant de les réduire en matte, et faire subir à cette matte l'action

il s'est passé bien des siècles avant qu'on en ait trouvé les moyens. On sait que les péruviens et les mexicains n'avoient en ouvrages travaillés que de l'or, de l'argent, du cuivre et point de fer; on sait que les armes des anciens peuples de l'Asie n'étoient que de cuivre, et tous les auteurs s'accordent à donner l'importante découverte de la fusion de la mine de fer aux habitans de l'île de Crète, qui, les premiers, parvinrent aussi à forger le fer dans les cavernes du mont Ida (1), quatorze cents ans environ avant l'ère chrétienne. Il faut en effet un feu vio-

---

successive de trois, quatre et cinq feux, avant d'obtenir du cuivre noir; enfin, il faut encore fondre et purifier ce cuivre noir, avant qu'il ne devienne cuivre rouge, et tel qu'on puisse le verser dans le commerce: ainsi, certaines mines de cuivre exigent encore plus de travail que les mines de fer, pour être réduites en métal; mais ensuite le cuivre se prête bien plus aisément que le fer, à toutes les formes qu'on veut lui donner.

(1) Hésiode, cité par Pline, *lib VII, cap. LVI.* — Strabon, *lib. x.* — Diodore de Sicile, *lib. XV, cap. V.* Clément d'Alexandrie, *lib. I, pag.* 307. — Eusèbe, préparation évangélique. — Enfin, dans les marbres d'Oxford, l'invention du fer est rapportée à l'année 1432 avant l'ère chrétienne.

lent et en grand volume, pour fondre la mine de fer et la faire couler en lingots; et il faut un second feu tout aussi violent pour ramollir cette fonte; il faut en même tems la travailler avec des ringards de fer avant de la porter sous le marteau pour la forger et en faire du fer; en sorte qu'on n'imagine pas trop comment ces crétois, premiers inventeurs du fer forgé, ont pu travailler leurs fontes, puisqu'ils n'avoient pas encore d'outils de fer. Il est à croire qu'après avoir ramolli les fontes au feu, ils les ont de suite portées sous le marteau, où elles n'auront d'abord donné qu'un fer très-impur dont ils auront fabriqué leurs premiers instrumens ou ringards; et qu'ayant ensuite travaillé la fonte avec ces instrumens, ils seront parvenus peu à peu au point de fabriquer du vrai fer; je dis peu à peu, car, lorsqu'après ces difficultés vaincues on a forgé cette barre de fer, ne faut-il pas ensuite la ramollir encore au feu pour la couper sous des tranchans d'acier et la séparer en petites verges; ce qui suppose d'autres machines, d'autres fourneaux, puis enfin un art particulier pour réduire ces verges en clous, et un plus grand art, si on veut en faire des épingles? Que de tems, que de travaux

successifs ce petit exposé ne nous offre-t-il pas! Le cuivre qui, de tous les métaux, après le fer, est le plus difficile à traiter, n'exige pas à beaucoup près autant de travaux et de machines combinées; comme plus ductile et plus souple, il se prête à toutes les formes qu'on veut lui donner; mais on sera toujours étonné que d'une terre métallique, dont on ne peut faire avec le feu le plus violent qu'une fonte aigre et cassante, on soit parvenu, à force d'autres feux et de machines appropriées, à tirer et réduire en fils déliés cette matière revêche, qui ne devient métal et ne prend de la ductilité que sous les efforts de nos mains.

Parcourons, sans trop nous arrêter, la suite des opérations qu'exigent ces travaux; nous avons indiqué ceux de la fusion des mines; on coule la fonte en gros lingots ou gueuses dans un sillon de quinze à vingt pieds de longueur, sur sept à huit pouces de profondeur, et ordinairement on les laisse se coaguler et se refroidir dans cette espèce de moule, qu'on a soin d'humecter auparavant avec de l'eau; les surfaces inférieures du lingot prennent une trempe par cette humidité, et sa surface supérieure se trempe aussi par l'impression de l'air: la

matière en fusion demeure donc encore liquide dans l'intérieur du lingot, dont les faces extérieures ont déjà pris de la solidité par le refroidissement ; l'effort de cette chaleur, beaucoup plus forte en dedans et au centre qu'à la circonférence du lingot, le force à se courber, sur-tout s'il est de fonte blanche, et cette courbe se fait dans le sens où il y a le moins de résistance, c'est-à-dire, en haut, parce que la résistance est moindre qu'en bas et vers les côtés ; on peut voir, dans mes mémoires (1), combien de tems la matière reste liquide à l'intérieur après que les surfaces se sont consolidées.

D'ordinaire on laisse la gueuse ou lingot se refroidir au moule pendant six ou sept heures ; après quoi on l'enlève, et on est obligé de le faire peser pour payer un droit très-onéreux d'environ six liv. quinze sous par millier de fonte, ce qui fait plus de dix livres par chaque millier de fer ; c'est le double du salaire de l'ouvrier auquel on ne paie que cinq livres pour la façon d'un millier de fer ; et d'ailleurs, ce droit que

---

(1) Voyez le mémoire sur la fusion des mines de fer, tome VI.

l'on perçoit sur les fontes cause encore une perte réelle, et une grande gêne, par la nécessité où l'on est de laisser refroidir le lingot pour le peser; ce que l'on ne peut faire tant qu'il est rouge de feu; au lieu qu'en le tirant du moule au moment qu'il est consolidé, et le mettant sur des rouleaux de pierre pour entrer encore rouge au feu de l'affinerie, on épargneroit tout le charbon que l'on consomme pour le réchauffer à ce point, lorsqu'il est refroidi: or, un impôt, qui non seulement grève une propriété d'industrie qui devroit être libre, telle que celle d'un fourneau, mais qui gêne encore le progrès de l'art, et force en même tems à consommer plus de matière combustible qu'il ne seroit nécessaire; cet impôt, dis-je, a-t-il été bien assis, et doit-il subsister sous une administration éclairée?

Après avoir tiré du moule le lingot refroidi, on le fait entrer, par l'une de ses extrémités, dans le feu de l'affinerie où il se ramollit peu à peu, et tombe ensuite par morceaux, que le forgeron réunit et pétrit avec des ringards pour en faire une loupe de soixante à quatre-vingts livres de poids; dans ce travail, la matière s'épure et laisse couler des scories par le fond du foyer; enfin

enfin, lorsqu'elle est assez pétrie, assez maniée, et chauffée jusqu'au blanc, on la tire du feu de l'affinerie avec de grandes tenailles, et on la jette sur le sol pour la frapper de quelques coups de masse, et en séparer, par cette première percussion ; les scories qui souvent s'attachent à sa surface ; et en même tems pour en rapprocher toutes les parties intérieures, et les préparer à recevoir la percussion plus forte du gros marteau, sans se détacher ni se séparer ; après quoi on porte avec les mêmes tenailles, cette loupe sous un marteau de sept à huit cents livres pesant, et qui peut frapper jusqu'à cent dix et cent vingt coups par minute, mais dont on ménage le mouvement pour cette première fois, où il ne faut que comprimer la masse de la loupe par des coups assez lents : car, dès qu'elle a perdu son feu vif et blanc, on la reporte au foyer de l'affinerie pour lui donner une seconde chaude ; elle s'y épure encore et laisse couler de nouveau quelques scories ; et lorsqu'elle est une seconde fois chauffée à blanc, on la porte de même du foyer sur l'enclume, et on donne au marteau un mouvement de plus en plus accéléré, pour étendre cette

pièce de fer en une barre ou bande qu'on ne peut achever que par une troisième, quatrième, et quelquefois une cinquième chaude. Cette percussion du marteau purifie la fonte en faisant sortir au dehors les matières étrangères dont elle étoit encore mêlée, et elle rapproche en même tems, par une forte compression, toutes les parties du métal qui, quand il est pur et bien traité, se présente en fibres nerveuses toutes dirigées dans le sens de la longueur de la barre, mais qui n'offre au contraire que de gros grains ou des lames à facettes, lorsqu'il n'a pas été assez épuré, soit au fourneau de fusion, soit au foyer de l'affinerie; et c'est par ces caractères très-simples, que l'on peut toujours distinguer les bons fers des mauvais en les faisant casser; ceux-ci se brisent au premier coup de masse; tandis qu'il en faut plus de cent pour casser une pareille bande de fer nerveux, et que souvent même il faut l'entamer avec un ciseau d'acier pour la rompre.

Le fer une fois forgé devient d'autant plus difficile à refondre, qu'il est plus pur et en plus gros volume; car on peut assez aisément faire fondre les vieilles ferrail les

réduites en plaques minces ou en petits morceaux : il en est de même de la limaille ou des écailles de fer (1) ; on peut en faire

(1) On met dans le foyer de l'affinerie, un lit de charbon et de ferrailles alternativement, et lorsque le creuset de l'affinerie est plein, on le recouvre d'une forte quantité de charbon ; on met le feu au charbon, et l'on donne une grande vîtesse aux soufflets ; on remet du nouveau charbon à mesure qu'il s'affaisse ; on y mêle d'autres ferrailles, et l'on continue ainsi jusqu'à ce que le creuset contienne une loupe d'environ 80 livres ; il n'est pas nécessaire de remuer et travailler cette loupe aussi souvent que celle qui provient de la gueuse ; mais il faut jeter des scories dans le creuset, et entretenir un bain, pour empêcher le fer de brûler ; il faut aussi modérer la vivacité de la flamme, en jetant de l'eau dessus, ce qui concentre la chaleur dans le foyer ; la loupe étant formée, on arrête le vent, et on la tire du creuset : elle est d'un rouge blanc très-vif ; on la porte sous le marteau pour en faire d'abord un bloc de quelques pouces de longueur, après quoi on la remet au feu, et on fait une barre par une seconde ou troisième chaude. Le déchet, tant au feu qu'au marteau, est d'un quart environ.

Il y a quelque choix à faire dans les vieilles ferrailles; les clous à latte ne sont pas bons à être refondus : toutes les ferrailles plates ou torses sont bonnes ; les fers qui résultent des ferrailles refondues, sont très-ductiles

d'excellent fer, soit pour le tirer en fil-d'archal, soit pour en faire des canons de

---

et très-bons; on en fait des canons de fusil : tout l'art consiste à bien souder ce fer, en lui donnant le juste dégré de feu nécessaire. Les écailles qui se lèvent et se séparent de ce fer, sont elles-mêmes du bon fer, qu'on peut encore refondre et souder ensemble et avec l'autre fer; il faut seulement les mêler avec une égale quantité de ferrailles plus solides, pour les empêcher de s'éparpiller dans le feu. La limaille de fer humectée prend corps et devient, en peu de jours, une masse dure qu'on brise en morceaux gros comme des noix, et en les mêlant avec d'autres vieilles ferrailles, ils donnent de très-bon fer.

Qu'on prenne une barre de fer large de deux à trois pouces, épaisse de deux à trois lignes, qu'on la chauffe au rouge, et qu'avec la panne du marteau on y pratique, dans sa longueur, une cannelure ou cavité, qu'on la plie sur elle-même pour la doubler ou corroyer, l'on remplira ensuite la cannelure des écailles ou paillettes en question; on lui donnera une chaude douce, d'abord en rabattant les bords, pour empêcher qu'elles ne s'échappent, et on battra la barre comme on le pratique pour corroyer le fer, avant de la chauffer à blanc; on la chauffera ensuite blanche et fondante, et la pièce soudera à merveille; on la cassera à froid, et l'on n'y verra rien qui annonce que la soudure n'ait pas été complette et par-

fusil, ainsi qu'on le pratique depuis long-tems en Espagne. Comme c'est un des em-

---

faite, et que toutes les parties de fer ne se soient pas pénétrées réciproquement, sans laisser aucun espace vide. J'ai fait cette expérience, aisée à répéter, qui doit rassurer sur les pailles, soit qu'elles soient plates ou qu'elles aient la forme d'aiguille, puisqu'elles ne sont autre chose que du fer, comme la barre avec laquelle on les incorpore et où elles ne forment plus qu'un même corps avec elle.

J'ai fait nettoyer avec soin le creuset d'une grosse forge, et l'ayant rempli de charbon de bois, et donné l'eau aux soufflets, j'ai, lorsque le feu a été vif, fait jeter par dessus, de ces paillettes ou exfoliations : après avoir successivement rechargé de charbon et de pailles de fer, pendant une heure et demie, j'ai fait découvrir l'ouvrage. J'ai observé que ces pailles qui sont aussi déliées que du talc, trempées par l'air, très-légères et très-cassantes, n'étant pas assez solides pour se fixer et s'unir ensemble, devoient être entièrement détruites pour la plupart ; les autres formoient de petites masses éparpillées, qui n'ont pu se joindre et former une seule loupe, comme le font les ferrailles qui ont du corps et de la consistance. J'ai fait jeter dans l'eau froide une de ces petites masses, prise dans le creuset, et l'ayant mise au feu d'une petite forge au charbon de terre, et battue à petis coups lorsqu'elle a été couleur de cerise, toutes les parties s'en sont réunies. Je l'ai fait chauffer encore

plois du fer qui demande le plus de précaution, et que l'on n'est pas d'accord sur la qualité des fers qu'il faut préférer pour faire de bons canons de fusil, j'ai tâché de prendre sur cela des connoissances exactes, et j'ai prié M. de Montbeillard; lieutenant-

---

au même dégré, et battre de même, après quoi on l'a chauffée blanc et étirée; on l'a cassée lorsqu'elle a été refroidie, et il s'est trouvé un fer parfait et tout de nerf.

Si l'on veut réunir ces pailles dans le creuset et en former une seule loupe, il faut les mêler avec un sixième ou plus de ferrailles, qui, tombant les premières, serviront de base sur laquelle elles se fixeront, au lieu de s'éparpiller, et feront corps avec elles. Sans cette précaution, l'extrême légèreté de ces écailles ne leur permettant pas d'opposer à l'agitation violente de l'intérieur du creuset une résistance suffisante, une partie sera entièrement détruite, et le reste se dispersera et ne pourra se réunir qu'en petites masses, comme cela est arrivé; mais il résulte toujours de ces deux expériences, que ces écailles, pailles ou lames, comme on voudra les appeler, sont de fer, et qu'elles ne peuvent en aucune manière et dans aucun cas, empêcher la soudure de deux parties de fer qu'on veut réunir. *Note communiquée par M. de Montbeillard, lieutenant-colonel d'artillerie, au mois de mai* 1770.

colonel d'artillerie, et inspecteur des armes à Charleville et Maubeuge, de me communiquer ce que sa longue expérience lui avoit appris à ce sujet; on verra dans la note ci-dessous (1), que les canons de fusil ne

---

(1) Le fer qui passe pour le plus excellent, c'est-à-dire d'une belle couleur blanche tirant sur le gris, entièrement composé de nerfs ou de couches horizontales, sans mélange de grains, est de tous les fers celui qui convient le moins : observons d'abord qu'on chauffe la barre à blanc pour en faire la macquette, qui est chauffée à son tour pour faire la lame à canon; cette lame est ensuite roulée dans sa longueur, et chauffée blanche, à chaque pouce et demi, deux ou trois fois et souvent plus, pour souder le canon; que peut-il résulter de toutes ces chaudes ainsi multipliées sur chaque point, et qui sont indispensables? Nous avons supposé le fer parfait et tout de nerf; s'il est parfait, il n'a plus rien à gagner, et l'action d'un feu aussi violent ne peut que lui faire perdre de sa qualité, qu'il ne reprend jamais en entier, malgré le recuit qu'on lui donne. Je conçois donc que le feu, dirigé par le vent des soufflets, coupe les nerfs en travers, qui deviennent des grains d'une espèce d'autant plus mauvaise que le fer a été chauffé blanc plus souvent, et par conséquent plus desséché : j'ai fait quelques expériences qui confirment bien cette opinion. Ayant fait tirer plusieurs lames à canon du carré provenu de la loupe à l'affinerie, et les ayant

doivent pas être faits, comme on pourroit l'imaginer, avec du fer qui auroit acquis

---

cassées à froid, je les trouvai toutes de nerf et de la plus belle couleur, je fis faire un morceau de barre à la suite du même lopin, duquel je fis faire des lames à canon, qui, cassées à froid, se trouvèrent mi-parties de nerfs et de grains; ayant fait tirer une barre du reste du carré, je la pliai à un bout et la corroyai, et en ayant fait faire des macquettes et ensuite des lames, elles ne présentèrent plus que des grains à leur fracture et d'une qualité médiocre...

Etant aux forges de Mouzon, je fis faire une macquette et une lame au bout d'une barre de fer, presque toutes d'un bon grain avec très-peu de nerf, l'extrémité de la lame cassée à froid, a paru mêlée de beaucoup de nerf, et le canon qui en a été fabriqué a plié comme de la baleine; on ne l'a cassé qu'à l'aide du ciselet et avec la plus grande difficulté : la fracture étoit toute de nerf.

Ayant vu un canon qui cassa comme du verre, en le frappant sur une enclume, et qui montroit en totalité de très-gros et vilains grains, sans aucune partie de nerf; on m'a présenté la barre avec laquelle la macquette et la lame qui avoient produit ce canon avoient été faites, laquelle étoit entièrement de très-beau nerf; on a tiré une macquette au bout de cette barre, sans la plier et corroyer, laquelle s'est trouvée de nerf avec un peu de grain; ayant plié et corroyé le reste de cette barre, dont on fit une macquette, elle a montré

toute sa perfection, mais seulement avec du fer qui puisse encore en acquérir par

---

moins de nerf et plus de grains que celle qui n'avoit pas été corroyée. Suivons cette opération; la barre étoit toute de nerf, la macquette, tirée au bout sans la doubler, avoit déjà un peu de grains; celle tirée de la même barre, pliée et corroyée, avoit encore plus de grains, et enfin un canon, provenant de cette barre pliée et corroyée, étoit tout de grains larges et brillans comme le mauvais fer, et elle a cassé comme du verre. Néanmoins, je ne prétends pas conclure de ce que je viens d'avancer, qu'on doive préférer, pour la fabrication des canons de fusil, le fer aigre et cassant, je suis bien loin de le penser; mais je crois pouvoir assurer, d'après un usage journalier et constant, que le fer le plus propre à cette fabrication, est celui qui présente, en le cassant à froid, le tiers ou la moitié de nerf, et les deux autres tiers ou la moitié de grains d'une bonne espèce, petits, sans ressembler à ceux de l'acier, et blancs en tirant sur le gris; la partie nerveuse se détruit ou s'altère aux différens feux successifs que le fer essuie sur chaque point, et la partie de grains devient nerveuse en s'étendant sous le marteau, et remplace l'autre.

Les axes de fer qui supportent nos meules de grès, pesant sept à huit milliers, étant faits de différentes mises rapportées et soudées les unes d'après les autres, on a grand soin de mélanger, pour les fabriquer, des

le feu qu'il doit subir pour prendre la forme d'un canon de fusil.

Mais revenons au fer qui vient d'être forgé, et qu'on veut préparer pour d'autres usages encore plus communs ; si on le destine à être fendu dans sa longueur pour en faire des clous et autres menus ouvrages, il faut que les bandes n'aient que de cinq à huit lignes d'épaisseur sur vingt-cinq à trente de largeur ; on met ces bandes de fer dans un fourneau de réverbère qu'on chauffe au feu de bois, et lorsqu'elles ont acquis un rouge vif de feu, on les tire du fourneau et on les fait passer, les unes après les autres, sous les espatards ou cy-

---

fers de grains et de nerf ; si on n'employoit que celui de nerf, il n'y a point d'axe qui ne cassât.

Le canon de fusil qui résulte du fer ainsi mi-partie de grains et de nerf est excellent, et résistera à de très-vives épreuves... Si on a des ouvrages à faire avec du fer préparé en échantillon, de manière que quelques chaudes douces suffisent pour fabriquer la pièce, le fer de nerf doit être préféré à tous les autres, parce qu'on ne risque pas de l'altérer par des chaudes vives et répétées, qui sont nécessaires pour souder. *Suite de la note communiquée par M. de Montbeillard, lieutenant-colonel d'artillerie.*

lindres pour les aplatir, et ensuite sous des taillans d'acier, pour les fendre en longues verges carrées de trois, cinq et six lignes de grosseur; il se fait une prodigieuse consommation de ce fer en verge, et il y a plusieurs forges en France, où l'on en fait annuellement quelques centaines de milliers. On préfère, pour le feu de ce fourneau ou four de fenderie, les bois blancs et mous aux bois de chêne et autres bois durs, parce que la flamme en est plus douce, et que le bois de chêne contient de l'acide qui ne laisse pas d'altérer un peu la qualité du fer : c'est par cette raison qu'on doit, autant qu'on le peut, n'employer le charbon de chêne qu'au fourneau de fusion, et garder les charbons de bois blanc pour les affineries et pour les fours de fenderie et de batteries ; car la cuisson du bois de chêne en charbon, ne lui enlève pas l'acide dont il est chargé, et en général le feu du bois radoucit l'aigreur du fer, et lui donne plus de souplesse et un peu plus de ductilité qu'il n'en avoit au sortir de l'affinerie dont le feu n'est entretenu que par du charbon. L'on peut faire passer à la fenderie des fers de toute qualité ; ceux qui sont les plus aigres

servent à faire des petits clous à latte qui ne plient pas, et qui doivent être plutôt cassans que souples ; les verges de fer doux sont pour les clous des maréchaux, et peuvent être passées par la filière pour faire du gros fil de fer, des anses de chaudières, etc.

Si l'on destine les bandes de fer forgé à faire de la tôle, on les fait de même passer au feu de la fenderie, et au lieu de les fendre sur leur longueur, on les coupe en travers dès qu'elles sont ramollies par le feu, ensuite on porte ces morceaux coupés sous le martinet] pour les élargir, après quoi on les met dans le fourneau de la batterie, qui est aussi de réverbère, mais qui est plus large et moins long que celui de la fenderie, et que l'on chauffe de même avec du bois blanc; on y laisse chauffer ces morceaux de fer, et on les en tire en les mettant les uns sur les autres, pour les élargir, en les battant à plusieurs fois sous un gros marteau, jusqu'à les réduire en feuillets d'une demi-ligne d'épaisseur ; il faut pour cela du fer doux : j'ai fait de la très-bonne tôle avec de vieilles ferrailles, néanmoins le fer ordinaire, pourvu qu'il soit nerveux, bien

sué et sans pailles, donnera aussi de la bonne tôle en la faisant au feu de bois, au lieu qu'au feu de charbon ce même fer ne donneroit que de la tôle cassante.

Il faut aussi du fer doux et nerveux pour faire au martinet, du fer de cinq ou six lignes, bien carré, qu'on nomme du *carillon*, et des verges ou tringles rondes du même diamètre : j'ai fait établir deux de ces martinets, dont l'un frappe trois cents douze coups par minute ; cette grande rapidité est doublement avantageuse, tant par l'épargne du combustible et la célérité du travail, que par la perfection qu'elle donne à ces fers.

Enfin il faut un fer de la meilleure qualité, et qui soit en même tems très-ferme et très-ductile pour faire du fil de fer, et il y a quelques forges en Lorraine, en Franche-Comté, etc., où le fer est assez bon pour qu'il puisse passer successivement par toutes les filières, depuis deux lignes de diamètre jusqu'à la plus étroite, au sortir de laquelle le fil de fer est aussi fin que du crin : en général, le fer qu'on destine à la filière doit être tout de nerf et ductile dans toutes ses parties ; il doit être bien sué, sans

pailles, sans soufllures et sans grains apparens. J'ai fait venir des ouvriers de la Lorraine allemande, pour en faire à mes forges, afin de connoître la différence du travail et la pratique nécessaire pour forger ce fer de filerie; elle consiste principalement à purifier la loupe au feu de l'affinerie, deux fois au lieu d'une; à donner à la pièce, une chaude ou deux de plus qu'à l'ordinaire, et à n'employer dans tout le travail qu'une petite quantité de charbon à la fois, réitérée souvent, et enfin à ne forger des barreaux que de 12 ou 13 lignes en carré, en les faisant suer à blanc à chaque chaude; j'ai eu, par ces procédés, des fers que j'ai envoyés à différentes fileries où ils ont été tirés en fils de fer avec succès.

Il faut aussi du fer de très-bonne qualité pour faire la tôle mince dont on fait le fer blanc; nous n'avons encore en France que quatre manufactures en ce genre, dont celle de Bains, en Lorraine, est la plus considérable (1) : on sait que c'est en étamant la

(1) Il s'en étoit élevé une à Morambert, en Franche-Comté, qui n'a pu se soutenir, parce que les fermiers généraux n'ont pas voulu se relâcher sur aucun des

tôle, c'est-à-dire, en la recouvrant d'étain que l'on fait le fer blanc; il faut que l'étoffe de cette tôle soit homogène et très-souple pour qu'elle puisse se plier et se rouler, sans se fendre ni se gercer, quelque mince qu'elle soit : pour arriver à ce point, on commence par faire de la tôle à la manière ordinaire, et on la bat successivement sous le marteau, en mettant les feuilles en doublons, les unes sur les autres, jusqu'au nombre de 64, et lorsqu'on est parvenu à rendre ces feuilles assez minces, on les coupe avec de grands ciseaux pour les séparer, les ébarber et les rendre carrées; ensuite on plonge ces feuilles une à une, dans des eaux sûres ou aigres pour les décaper, c'est-à-dire, pour leur enlever la petite couche noirâtre dont se couvre le fer chaque fois qu'il est soumis à l'action du feu, et qui empêcheroit l'étain de s'attacher au fer; ces eaux aigres se font au moyen d'une certaine quantité de farine de seigle et d'un peu d'alun qu'on y mêle; elles enlèvent cette couche noire du fer, et

---

droits auxquels cette manufacture étoit assujettie, comme étant établie dans une province réputée étrangère.

lorsque les feuilles sont bien nettoyées, on les plonge verticalement dans un bain d'étain fondu et mêlé d'un peu de cuivre; il faut auparavant recouvrir le bain de cet étain fondu, avec une couche épaisse de suif ou de graisse, pour empêcher la surface de l'étain de se réduire en chaux : cette graisse prépare aussi les surfaces du fer à bien recevoir l'étain, et on en retire la feuille presque immédiatement après l'avoir plongée, pour laisser égoutter l'étain superflu, après quoi on la frotte avec du son sec, afin de la dégraisser, et enfin il ne reste plus qu'à dresser ces feuilles de fer étamées avec des maillets de bois, parce qu'elles se sont courbées et voilées par la chaleur de l'étain fondu.

On ne croiroit pas que le fer le plus souple et le plus ductile, fût en même tems celui qui se trouve le plus propre pour être converti en acier, qui, comme l'on sait, est d'autant plus cassant qu'il est plus parfait; néanmoins l'étoffe du fer, dont on veut faire de l'acier par cémentation, doit être la même que celle du fer de filerie, et l'opération par laquelle on le convertit en acier

acier, ne fait que hacher les fibres nerveuses de ce fer, et lui donner encore un plus grand dégré de pureté, en même tems qu'il se pénètre et se charge de la matière du feu qui s'y fixe : je m'en suis assuré par ma propre expérience ; j'ai fait établir pour cela un grand fourneau d'aspiration, et d'autres plus petits, afin de ménager la dépense de mes essais, et j'ai obtenu des aciers de bonne qualité, que quelques ouvriers de Paris ont pris pour de l'acier d'Angleterre ; mais j'ai constamment observé qu'on ne réussissoit qu'autant que le fer étoit pur, et que, pour être assuré d'un succès constant, il falloit n'employer que des fers de la plus excellente qualité, ou des fers rendus tels par un travail approprié ; car les fers ordinaires, même les meilleurs de ceux qui sont dans le commerce, ne sont pas d'une qualité assez parfaite pour être convertis par la cémentation en bon acier ; et, si l'on veut ne faire que de l'acier commun, l'on n'a pas besoin de recourir à la cémentation, car, au lieu d'employer du fer forgé, on obtiendra de l'acier comme on obtient du fer, avec la seule fonte, et seulement en variant les

procédés du travail, et les multipliant à l'affinerie et au marteau (1).

---

(1) Pour obtenir de l'acier avec la fonte de fer, on met dans le foyer beaucoup de petits charbons et du poussier que l'on humecte, afin qu'il soit plus adhérent, et des scories légères et fluides... On presse davantage la fusion... Le bain est toujours couvert de scories, et on ne les fait point écouler.... De cette manière, la matière du fer reposant sur du charbon, en a le contact immédiat par dessous... La force et la violence du feu achève de séparer les parties terreuses, qui, rencontrant les scories, font corps avec elles et s'y accrochent; mais le déchet est plus grand, car on n'obtient en acier que la moitié de la fonte, tandis qu'en fer on en obtient les deux tiers.

A mesure que l'acier est purgé de ses parties terreuses, il résiste davantage au feu et se durcit; lorsqu'il a acquis une consistance suffisante à pouvoir être coupé et à supporter les coups de marteau, l'opération est finie, on le retire; mais le fer et l'acier que l'on retire ainsi de ces deux opérations, sont rarement purs, et assez bons pour tous les usages du commerce... Car l'acier que l'on retire du fer de fonte, peut être uni à quelques portions de fer qui le rende inégal, de sorte qu'il n'aura pas la même dureté dans toutes les parties..... Cependant on n'en fait pas d'autre en Allemagne, et c'est pourquoi l'on préfère les limes d'Angleterre, qui sont d'acier de fonte...

On doit donc distinguer des aciers de deux sortes : le premier qui se fait avec la fonte de fer ou avec le fer même, et sans cémentation ; le second que l'on fait avec le fer en employant un cément ; tous deux se détériorent également, et perdent leur qualité par des chaudes réitérées ; et la pratique par laquelle on a cru remédier à ce défaut, en donnant à chaque morceau de fer la forme de la pièce qu'on veut convertir en acier, a elle-même son inconvénient ; car celles de ces pièces, comme sabres, couteaux, rasoirs, etc., qui sont plus minces

---

Pour faire l'acier cémenté, il ne faut employer que du fer de bonne qualité, et tout fer qui est difficile à souder, qui se gerce ou qui est pailleux, doit être rejeté. *Voyages métallurgiques de M. Jars*, *pages 24 et suiv...*

Le même M. Jars, après avoir donné ailleurs la méthode dont on se sert en Suède pour tirer de l'acier par la fonte, ajoute que les anglais tirent de Danemora le fer qu'ils convertissent en acier par cémentation ; qu'ils le payent 15 livres par cent de plus que les autres fers ; que ce fer de Danemora est marqué *O O*, et que les suédois ne sont pas encore parvenus à faire d'aussi bon acier cémenté que les anglais. *Idem*, pages 28 et suiv.

dans le tranchant que dans le dos, seront trop acier dans la partie mince, et trop fer dans l'autre, et d'ailleurs les petites boursouflures qui s'élèvent à leur surface rendroient ces pièces défectueuses : il faut de plus que l'acier cémenté soit corroyé, sué et soudé pour avoir de la force et du corps; en sorte que ce procédé de forger les pièces, avant de les mettre dans le cément, ne peut convenir que pour les morceaux épais, dont on ne veut convertir que la surface en acier.

Pour faire de l'acier avec la fonte de fer, il faut commencer par rendre cette fonte aussi pure qu'il est possible avant de la tirer du fourneau de fusion; et pour cela si l'on met huit mesures de mine pour faire de la fonte ordinaire, il n'en faudra mettre que six par charge sur la même quantité de charbon, afin que la fonte en devienne meilleure : on pourra aussi la tenir plus long-tems en bain dans le creuset, c'est-à-dire, quinze ou seize heures au lieu de douze; elle achèvera pendant ce tems de s'épurer; ensuite on la coulera en petites gueuses ou lingots, et pour la dépurer encore davantage, on fera fondre une seconde

fois ce lingot dans le feu de l'affinerie ; cette seconde fusion lui donnera la qualité nécessaire pour devenir du bon acier au moyen du travail suivant.

On remettra au feu de l'affinerie cette fonte épurée pour en faire une loupe qu'on portera sous le marteau lorsqu'elle sera rougie à blanc ; on la traitera comme le fer ordinaire, mais seulement sous un plus petit marteau, parce qu'il faut aussi que la loupe soit assez petite, c'est-à-dire, de vingt-cinq à trente livres seulement ; on en fera un barreau carré de dix ou onze lignes au plus, et lorsqu'il sera forgé et refroidi, on le cassera en morceaux longs d'environ un pied, que l'on remettra au feu de l'affinerie, en les arrangeant en forme de grille, les uns sur les autres; ces petits barreaux se ramolliront par l'action du feu, et se souderont ensemble ; l'on en fera une nouvelle loupe que l'on travaillera comme la première, et qu'on portera de même sous le marteau, pour en faire un nouveau barreau qui sera peut-être déjà de bon acier ; et même si la fonte a été bien épurée, on aura de l'acier assez bon dès la première fois ; mais supposé que cette seconde fois l'on n'ait

une sorte de cémentation de la fonte, et la sature de feu fixe, tout comme les bandes de fer forgé en sont saturées dans la cémentation proprement dite, dont nous allons exposer les procédés.

Cette conversion du fer en acier, au moyen de la cémentation, a été tentée par nombre d'artistes, et réussit assez facilement dans de petits fourneaux de chymie; mais elle présente plusieurs difficultés lorsqu'on veut travailler en grand, et je ne sache pas que nous ayons en France, d'autres fourneaux que celui de Néronville en Gâtinois, où l'on convertisse à la fois jusqu'à soixante-quinze et quatre-vingt milliers de fer en acier, et encore cet acier n'est peut-être pas aussi parfait que celui qu'on fait en Angleterre; c'est ce qui a déterminé le gouvernement à charger M. de Grignon, de faire, dans mes forges et au fourneau de Néronville, des essais en grand, afin de connoître quelles sont les provinces du royaume dont les fers sont les plus propres à être convertis en acier par la voie de la cémentation : les résultats de ces expériences ont été imprimés dans le Journal de physique, du mois de septembre 1782; on en

peut voir l'extrait dans la note ci-dessous (1); et voici ce que ma propre expérience m'avoit fait connoître avant ces derniers essais.

---

(1) En 1780, M. de Grignon fut chargé par le gouvernement, de faire des expériences en grand, pour déterminer quelles sont les provinces du royaume qui produisent les fers les plus propres à être convertis en acier par la cémentation. M. le comte de Buffon offrit ses forges et le grand fourneau qu'il avoit fait construire pour les mêmes opérations, et on y fit arriver des fers du comté de Foix, du Roussillon, du Dauphiné, de l'Alsace, de la Franche-Comté, des Trois-Évêchés, de Champagne, de Berri, de Suède, de Russie et d'Espagne.

Tous ces fers furent réduits au même échantillon, et placés dans la caisse de cémentation; leur poids total étoit de 4,702 livres, et on les enveloppa de vingt-quatre pieds cubes de poudre de cémentation: on mit ensuite le feu au fourneau, et on le soutint pendant 157 heures consécutives, dont 37 heures de petit feu, 24 heures de feu médiocre, et 96 heures d'un feu si actif, qu'il fondit les briques de revêtissement du fourneau, du diaphragme, des arceaux et de la voûte supérieure où sont les tuyaux aspiratoires..

Lorsque le fourneau fut refroidi, et que le fer fut retiré de la caisse, on en constata le poids, qui se trouva augmenté de 61 livres, mais une partie de cette augmentation de poids provient de quelques parcelles de matières du cément, qui restent attachées à la

J'ai fait chauffer au feu de bois, dans le fourneau de la fenderie, plusieurs bandes

---

surface des barres. M. de Grignon, pour constater précisément l'accroissement du poids acquis par la cémentation, soumit dans une expérience subséquente, 500 livres de fer en barres, bien décapé, et il fit écurer de même les barres au sortir de la cémentation, pour enlever la matière charbonneuse qui s'y étoit attachée, et il se trouva six livres et demie d'excédant, qui ne peut être attribué qu'au principe qui convertit le fer en acier; principe qui augmente non seulement le poids du fer, mais encore le volume, de dix lignes et demie par cent pouces de longueur des barres, indépendamment du soulèvement de l'étoffe du fer, qui forme les ampoules que M. de Grignon attribue à l'air, et même à l'eau interposée dans le fer; et s'il étoit possible d'estimer le poids de cet air et de l'eau que la violente chaleur fait sortir du fer, le poids additionnel du principe qui se combine au fer dans sa conversion en acier, se trouveroit encore plus considérable.

Le fourneau de Buffon, quoique très-solidement construit, s'étant trouvé détruit par la violence du feu, M. de Grignon prit le parti d'aller à la manufacture de Néronville, faire une autre suite d'expériences qui lui donna les mêmes résultats qu'il avoit obtenus à Buffon.

Les différentes qualités des fers soumis à la cémen-

de mon fer de la meilleure qualité, et qui avoit été travaillé comme les barreaux qu'on

---

tation, ont éprouvé des modifications différentes et dépendantes de leur caractère particulier.

Le premier effet que l'on aperçoit, est cette multitude d'ampoules qui s'élèvent sur les surfaces; cette quantité est d'autant plus grande que l'étoffe du fer est plus désunie par des pailles, des gerçures et des fentes.

Les fers les mieux étoffés, dont la pâte est pleine et homogène, sont moins sujets aux ampoules: ceux qui n'ont que l'apparence d'une belle fabrication, c'est-à-dire, qui sont bien unis, bien sués au dehors, mais dont l'affinage primitif n'a pas bien lié la pâte, sont sujets à produire une très-grande quantité de bulles.

Les fers cémentés ne sont pas les seuls qui soient sujets aux ampoules; les tôles et les fers noirs, préparés pour l'étamage, sont souvent défectueux pour les mêmes causes.

La couleur bleue, plus ou moins forte, dont se couvrent les surfaces des barres de fer soumises à la cémentation, est l'effet d'une légère décomposition superficielle; plus cette couleur est intense, plus on a lieu de soupçonner l'acier de vivacité, c'est-à-dire, de supersaturation : ce défaut s'annonce aussi par un son aigu que rend l'acier *poule* lorsqu'on le frappe; le son grave, au contraire, annonce dans l'acier des parties ferreuses, et le bon acier se connoît par un son soutenu, ondulant et timbré.

Le fer cémenté, en passant à l'état d'acier, de-

envoyoit aux fileries pour y faire du fil de fer, et j'ai fait chauffer au même feu et en

---

vient sonore, et devient aussi très-fragile, puisque l'acier poule ou boursouflé, est plus fragile que l'acier corroyé et trempé, sans que le premier ait été refroidi par un passage subit du chaud au froid : le fer peut donc être rendu fragile par deux causes diamétralement opposées, qui sont le feu et l'eau; car le fer ne devient acier que par une supersaturation du feu fixe, qui, en s'incorporant avec les molécules du fer, en coupe et rompt la fibre, et la convertit en grains plus ou moins fins; et c'est ce feu fixe, introduit dans le fer cémenté, qui en augmente le poids et le volume.

M. de Grignon observe que tous les défauts dont le fer est taché, et qui proviennent de la fabrication même ou du caractère des mines, ne sont point détruits par la cémentation, qu'au contraire ils ne deviennent que plus apparens; que c'est pour cette raison que si l'on veut obtenir du bon acier par la cémentation, il faut nécessairement choisir les meilleurs fers, les plus parfaits, tant par leur essence que par leur fabrication, puisque la cémentation ne purifie pas le fer, et ne lui enlève pas les corps hétérogènes dont il peut être allié, ou par amalgame ou par interposition : l'acier, selon lui, n'est point un fer plus pur, mais seulement un fer supersaturé de feu fixe, et il y a autant d'aciers défectueux que de mauvais fers.

même tems, d'autres bandes de fer moins épuré, et tel qu'il se vend dans mes forges pour le commerce ; j'ai fait couper à chaud toutes ces bandes, en morceaux longs de deux pieds, parce que la caisse de mon premier fourneau d'essais, où je voulois les placer pour les convertir en acier, n'avoit

---

M. de Grignon observe les dégrés de perfection des différens fers convertis en acier, dans l'ordre suivant:

Les fers d'Alsace sont ceux de France qui produisent les aciers les plus fins pour la pâte ; mais ces aciers ne sont pas si nets que ceux des fers de roche en Champagne, qui sont mieux fabriqués que ceux d'Alsace : quoique les fers de Berri soient en général plus doux que ceux de Champagne et de Bourgogne, ils ont donné les aciers les moins nets, parce que leur étoffe n'est pas bien liée ; et il a remarqué qu'en général, les fers les plus doux à la lime, tels que ceux de Berri et de Suède, donnent des aciers beaucoup plus vifs que les fers fermes à la lime et au marteau, et que les derniers exigent une cémentation plus continuée et plus active. Il a reconnu que les fers de Sibérie donnoient un acier très-difficile à traiter, et défectueux par la désunion de son étoffe ; que ceux d'Espagne donnent un acier propre à des ouvrages qui exigent un beau poli ; et il conclut qu'on peut faire de très-bon acier fin avec les fers de France, en soignant leur fabrication : il désigne en même tems

que deux pieds et demi de longueur sur dix-huit pouces de largeur, et autant de hauteur. On commença par mettre sur le fond de la caisse, une couche de charbon en poudre de deux pouces d'épaisseur, sur laquelle on plaça, une à une, les petites bandes de fer de deux pieds de longueur, de manière qu'elles ne se touchoient pas, et qu'elles étoient séparées les unes des autres par un intervalle de plus d'un demi-pouce; on mit ensuite sur ces bandes une autre couche d'un pouce d'épaisseur de poudre de charbon, sur laquelle on posa de même d'autres bandes de fer, et ainsi alternativement des

les provinces qui fournissent les fers qui sont les plus susceptibles de meilleur acier, dans l'ordre suivant : Alsace, Champagne, Dauphiné, Limousin, Roussillon, comté de Foix, Franche-Comté, Lorraine, Berri et Bourgogne.

Il seroit fort à desirer que le gouvernement donnât des encouragemens pour élever des manufactures d'acier dans ces différentes provinces, non seulement pour l'acier, par la cémentation, mais aussi pour la fabrication des aciers naturels, qui sont à meilleur compte que les premiers, et d'un plus grand usage dans les arts, sur-tout dans les arts de première nécessité.

couches de charbon et des bandes de fer, jusqu'à ce que la caisse fût remplie à trois pouces près dans toute sa hauteur ; on remplit ces trois derniers pouces vuides, d'abord avec deux pouces de poudre de charbon, sur laquelle on amoncela, en forme de dôme, autant de poudre de grès qu'il pouvoit en tenir sur la caisse sans s'ébouler ; cette couverture de poudre de grès sert à préserver la poudre de charbon, de l'atteinte et de la communication du feu. Il faut aussi avoir soin que les bandes de fer ne touchent, ni par les côtés ni par les extrémités, aux parois de la caisse dont elles doivent être éloignées et séparées par une épaisseur de deux pouces de poudre de charbon : on a soin de pratiquer dans le milieu d'une des petites faces de la caisse, une ouverture où l'on passe, par le dehors, une bande de huit ou dix pouces de longueur et de même épaisseur que les autres, pour servir d'indice ou d'éprouvette ; car en retirant cette bande de fer, au bout de quelques jours de feu, on juge par son état de celui des autres bandes renfermées dans la caisse, et l'on voit, en examinant cette bande d'épreuve, à quel point est avancée la conversion du fer en acier.

Le fond et les quatre côtés de la caisse doivent être de grès pur, ou de très-bonnes briques bien jointes et bien lutées avec de l'argille; cette caisse porte sur une voûte de briques, sous laquelle s'étend la flamme d'un feu qu'on entretient continuellement sur un tisar à l'ouverture de cette voûte, le long de laquelle on pratique des tuyaux aspiratoires, de six pouces en six pouces, pour attirer la flamme et la faire circuler également tout autour de la caisse, au dessus de laquelle doit être une autre voûte où la flamme, après avoir circulé, est enfin emportée rapidement par d'autres tuyaux d'aspiration, aboutissant à une grande et haute cheminée. Après avoir réussi à ces premiers essais, j'ai fait construire un grand fourneau de même forme, et qui a quatorze pieds de longueur sur neuf de largeur et huit de hauteur, avec deux tisars en fonte de fer, sur lesquels on met le bois qui doit être bien sec, pour ne donner que de la flamme sans fumée; la voûte inférieure communique à l'entour de la caisse par vingt-quatre tuyaux aspiratoires, et la voûte supérieure communique à la grande cheminée par cinq autres tuyaux: cette cheminée est

élevée

élevée de trente pieds au dessus du fourneau, et elle porte sur de grosses gueuses de fonte. Cette construction démontre assez que c'est un grand fourneau d'aspiration où l'air, puissamment attiré par le feu, anime la flamme et la fait circuler avec la plus grande rapidité ; on entretient ce feu sans interruption pendant cinq ou six jours, et dès le quatrième on tire l'éprouvette pour s'assurer de l'effet qu'il a produit sur les bandes de fer qui sont dans la caisse de cémentation ; on reconnoîtra, tant aux petites boursouflures, qu'à la cassure de cette bande d'épreuve, si le fer est près ou loin d'être converti en acier, et d'après cette connoissance l'on fera cesser ou continuer le feu ; et lorsqu'on jugera que la conversion est achevée, on laissera refroidir le fourneau ; après quoi on fera une ouverture vis-à-vis le dessus de la caisse, et on en tirera les bandes de fer qu'on y avoit mises, et qui dès-lors seront converties en acier.

En comparant ces bandes les unes avec les autres, j'ai remarqué, 1° que celles qui étoient de bon fer épuré, avoient perdu toute apparence de nerf, et présentoient à leur cassure un grain très-fin d'acier, tandis

que les bandes de fer commun conservoient encore de leur étoffe de fer, ou ne présentoient qu'un acier à gros grains; 2° qu'il y avoit à l'extérieur beaucoup plus, et de plus grandes boursouflures sur les bandes de fer commun que sur celles de bon fer; 3° que les bandes voisines des parois de la caisse, n'étoient pas aussi bien converties en acier que les bandes situées au milieu de la caisse; et que de même les extrémités de toutes les bandes étoient de moins bon acier que les parties du milieu.

Le fer, dans cet état, au sortir de la caisse de cémentation, s'appelle de l'acier *boursouflé;* il faut ensuite le chauffer très-doucement, et ne lui donner qu'un rouge couleur de cerise, pour le porter sous le martinet et l'étendre en petits barreaux; car, pour peu qu'on le chauffe un peu trop, il s'éparpille et l'on ne peut le forger: il y a aussi des précautions à prendre pour le tremper; mais j'excéderois les bornes que je me suis prescrites dans mes ouvrages sur l'Histoire naturelle, si j'entrois dans de plus grands détails sur les différens arts du travail du fer: peut-être même trouvera-t-on que je me suis déjà trop étendu sur l'objet du

fer en particulier ; je me bornerai donc aux inductions que l'on peut tirer de ce qui vient d'être dit.

Il me semble qu'on pourroit juger de la bonne ou mauvaise qualité du fer par l'effet de la cémentation; on sait que le fer le plus pur est aussi le plus dense, et que le bon acier l'est encore plus que le meilleur fer : ainsi l'acier doit être regardé comme du fer encore plus pur que le meilleur fer. L'un et l'autre ne sont que le même métal dans deux états différens, et l'acier est, pour ainsi dire, un fer plus métallique que le simple fer; il est certainement plus pesant, plus magnétique, d'une couleur plus foncée, d'un grain beaucoup plus fin et plus serré, et il devient à la trempe bien plus dur que le fer trempé; il prend aussi le poli le plus vif et le plus beau : cependant, malgré toutes ces différences, on peut ramener l'acier à son premier état de fer, par des cémens d'une qualité contraire à celle des cémens dont on s'est servi pour le convertir en acier, c'est-à-dire, en se servant de matières absorbantes, telles que les substances calcaires, au lieu de matières inflammables,

telle que la poudre de charbon dont on s'est servi pour le cémenter.

Mais, dans cette conversion du fer en acier, quels sont les élémens qui causent ce changement, et quelles sont les substances qui peuvent le subir ? Indépendamment des matières vitreuses, qui sans doute restent dans le fer en petite quantité, ne contient-il pas aussi des particules de zinc et d'autres matières hétérogènes (1)? Le feu doit détruire

(1) Le zinc contenu dans les mines de fer, ne se montre pas seulement dans la cadmie qui se sublime dans l'intérieur du foyer supérieur du fourneau de fonderie; mais encore la chapelle, la poitrine, les marâtres et le gueulard du fourneau, sont enduits d'une poudre sous diverses couleurs, qui n'est que de la tutie et du pompholix; tout le zinc ne se sépare pas du minéral dans la fusion; il en reste encore une partie considérable, combinée avec le fer, dans la fonte; ce que j'ai prouvé en démontrant le zinc contenu dans les grappes qui se subliment et s'attachent à la mérade des affineries... J'en ai aussi reconnu dans les travaux que j'ai visités en Champagne, Bourgogne, Franche-Comté, Alsace, Lorraine et Luxembourg, et j'ai appris depuis que l'on en trouve dans plusieurs autres provinces; d'où l'on peut inférer que le zinc est un demi-métal ami du fer, et qu'il entre peut-être dans sa composition. *Mémoires de physique, par M. de Grignon, pages* 18 *et* 19 *de la préface.*

ces molécules de zinc, ainsi que celles des matières vitreuses, pendant la cémentation, et par conséquent, elle doit achever de purifier le fer; mais il y a quelque chose de plus; car si le fer, dans cette opération qui change sa qualité, ne faisoit que perdre sans rien acquérir, s'il se délivroit en effet de toutes ses impuretés, sans remplacement, sans acquisition d'autre matière, il deviendroit nécessairement plus léger; or, je me suis assuré que ces bandes de fer, devenues acier par la cémentation, loin d'être plus légères, sont spécifiquement plus pesantes, et que par conséquent elles acquièrent plus de matière qu'elles n'en perdent; dès-lors quelle peut donc être cette matière, si ce n'est la substance même du feu qui se fixe dans l'intérieur du fer, et qui contribue encore plus que la bonne qualité ou la pureté du fer à l'essence de l'acier.

La trempe produit dans le fer et l'acier des changemens qui n'ont pas encore été assez observés, et quoiqu'on puisse ôter à tous deux l'impression de la trempe en les recuisant au feu, et les rendre à peu près tels qu'ils étoient avant d'avoir été trempés, il est pourtant vrai qu'en les trempant et

les chauffant plusieurs fois de suite, on altère leur qualité. La trempe à l'eau froide rend le fer cassant; l'action du froid pénètre à l'intérieur, rompt et hache le nerf, et le convertit en grains; j'ai vu dans mes forges, que les ouvriers accoutumés à tremper dans l'eau la partie de la barre qu'ils viennent de forger, afin de la refroidir promptement, ayant, dans un tems de forte gelée, suivi leur habitude, et trempé toutes leurs barres dans l'eau presque glacée, elles se trouvèrent cassantes au point d'être rebutées des marchands; la moitié de la barre qui n'avoit point été trempée étoit de bon fer nerveux, tandis que l'autre moitié qui avoit été trempée à la glace n'avoit plus de nerf, et ne présentoit qu'un mauvais grain. Cette expérience est très-certaine, et ne fut que trop répétée chez moi, car il y eut plus de deux cents barres dont la seconde moitié étoit la seule bonne, et l'on fut obligé de casser toutes ces barres par le milieu, et reforger toutes les parties qui avoient été trempées, afin de leur rendre le nerf qu'elles avoient perdu.

A l'égard des effets de la trempe sur l'acier, personne ne les a mieux observés que

M. Perret, et voici les faits, ou plutôt les effets essentiels que cet habile artiste a reconnus (1). « La trempe change la forme des pièces minces d'acier, elle les voile et les courbe en différens sens; elle y produit des cassures et des gerçures; ces derniers effets sont très-communs, néanmoins très-préjudiciables : ces défauts proviennent de ce que l'acier n'est pas forgé avec assez de régularité, ce qui fait que passant rapidement du chaud au froid, toutes les parties ne reçoivent pas avec égalité l'impression du froid. Il en est de même, si l'acier n'est pas bien pur, ou contient quelques corps étrangers; ils produiront nécessairement des cassures.... Le bon acier ne casse à la première trempe que quand il est trop écroui par le marteau; celui qu'on n'écrouit point du tout, et qu'on ne forge que chaud, ne casse point à la première trempe; et l'on doit remarquer que l'acier prend du gonflement à chaque fois qu'on le chauffe.... Plus on donne de trempe à l'acier, et plus

(1) Mémoire sur les effets des cassures que la trempe occasionne à l'acier, par M. Perret, correspondant de l'académie de Béziers.

il s'y forme de cassures, car la matière de l'acier ne cesse de travailler à chaque trempe. L'acier fondu d'Angleterre se gerce de plusieurs cassures, et celui de Stirie, non-seulement se casse, mais se crible par des trempes réitérées.... Pour prévenir l'effet des cassures, il faut chauffer couleur de cerise, la pièce d'acier, et la tremper dans du suif en l'y laissant jusqu'à ce qu'elle ait perdu son rouge; on peut, au lieu de suif, employer toute autre graisse; elle produira le même effet, et préservera l'acier des cassures que la trempe à l'eau ne manque pas de produire. On donnera, si l'on veut, ensuite une trempe à l'ordinaire à la pièce d'acier, ou l'on s'en tiendra à la seule trempe du suif. L'artiste doit tâcher de conduire son travail de manière qu'il ne soit obligé de tremper qu'une fois; car chaque trempe altère de plus en plus la matière de l'acier: au reste, la trempe au suif ne durcit pas l'acier, et par conséquent ne suffit pas pour les instrumens tranchans qui doivent être très-durs; ainsi, il faudra les tremper à l'eau après les avoir trempés au suif. On a observé que la trempe à l'huile végétale donne plus de dureté que la trempe au suif

ou à toute autre graisse animale, et c'est sans doute parce que l'huile contient plus d'eau que la graisse ».

L'écrouissement que l'on donne aux métaux les rend plus durs, et occasionne en particulier les cassures qui se font dans le fer et l'acier ; la trempe augmente ces cassures, et ne manque jamais d'en produire dans les parties qui ont été les plus récrouies, et qui sont par conséquent devenues les plus dures : l'or, l'argent, le cuivre battus à froid s'écrouissent, et deviennent plus durs et plus élastiques sous les coups réitérés du marteau; il n'en est pas de même de l'étain et du plomb qui, quoique battus fortement et long-tems, ne prennent point de dureté ni d'élasticité ; on peut même faire fondre l'étain en le faisant frapper sous un martinet prompt, et on rend le plomb si mou et si chaud qu'il paroît aussi prêt à se fondre : mais je ne crois pas, avec M. Perret, qu'il existe une matière particulière que la percussion fait entrer dans le fer, l'or, l'argent et le cuivre, et que l'étain ni le plomb ne peuvent recevoir ; ne suffit-il pas que la substance de ces premiers métaux soit par elle-même plus dure que celle du plomb et

de l'étain pour qu'elle le devienne encore plus par le rapprochement de ses parties ? La percussion du marteau ne peut produire que ce rapprochement ; et lorsque les parties intégrantes d'un métal sont elles-mêmes assez dures pour ne se point écraser, mais seulement se rapprocher par la percussion, le métal écroui deviendra plus dur et même élastique, tandis que les métaux, comme le plomb et l'étain, dont la substance est molle jusque dans ses plus petits atomes, ne prendront ni dureté, ni ressort, parce que les parties intégrantes étant écrasées par la percussion, n'en seront que plus molles, ou plutôt ne changeront pas de nature ni de propriété, puisqu'elles s'étendront au lieu de se resserrer et de se rapprocher. Le marteau ne fait donc que comprimer le métal en détruisant les pores ou interstices qui étoient entre ses parties intégrantes, et c'est par cette raison, qu'en remettant le métal écroui dans le feu dont le premier effet est de dilater toute substance, les interstices se rétablissent entre les parties du métal, et l'effet de l'écrouissement ne subsiste plus.

Mais, pour en revenir à la trempe, il

est certain qu'elle fait un effet prodigieux sur le fer et l'acier ; la trempe dans l'eau très-froide, rend, comme nous venons de le dire, le meilleur fer tout-à-fait cassant, et quoique cet effet soit beaucoup moins sensible lorsque l'eau est à la température ordinaire, il est cependant très-vrai qu'elle influe sur la qualité du fer, et qu'on doit empêcher le forgeron de tremper sa pièce encore rouge de feu pour la refroidir, et même il ne faut pas qu'il jette une grande quantité d'eau dessus en la forgeant, tant qu'elle est dans l'état d'incandescence : il en est de même de l'acier, et l'on fera bien de ne le tremper qu'une seule fois dans l'eau à la température ordinaire.

Dans certaines contrées où le travail du fer est encore inconnu, les nègres, quoique les moins ingénieux de tous les hommes, ont néanmoins imaginé de tremper le bois dans l'huile ou dans des graisses dont ils le laissent s'imbiber; ensuite ils l'enveloppent avec de grandes feuilles, comme celles de bananier, et mettent sous de la cendre chaude les instrumens de bois qu'ils veulent rendre tranchans ; la chaleur fait ouvrir les pores du bois qui s'imbibe encore plus de

cette graisse ; et lorsqu'il est refroidi, il paroît lisse, sec, luisant, et il est devenu si dur qu'il tranche et perce comme une arme de fer : des zagaies de bois dur et trempé de cette façon, lancées contre des arbres à la distance de quarante pieds, y entrent de trois ou quatre pouces, et pourroient traverser le corps d'un homme; leurs haches de bois trempées de même, tranchent tous les autres bois (1). On sait d'ailleurs qu'on fait durcir le bois en le passant au feu, qui lui enlève l'humidité qui cause en partie sa mollesse : ainsi, dans cette trempe à la graisse ou à l'huile sous la cendre chaude, on ne fait que substituer aux parties aqueuses du bois une substance qui lui est plus analogue, et qui en rapproche les fibres de plus près.

L'acier trempé très-dur, c'est-à-dire, à l'eau froide, est en même tems très-cassant ; on ne s'en sert que pour certains ouvrages, et en particulier pour faire des outils qu'on appelle *brunissoirs*, qui étant d'un acier plus

---

(1) Note communiquée, en 1774, par M. de Renne, ancien capitaine de vaisseau de la compagnie des Indes.

dur que tous les autres aciers, servent à lui donner le dernier poli (1).

(1) On sait que c'est avec de la potée ou chaux d'étain, délayée dans de l'esprit de vin, que l'on polit l'acier; mais les anglais emploient un autre procédé pour lui donner le poli noir et brillant dont ils font un secret. M. Perret, dont nous venons de parler, paroît avoir découvert ce secret, du moins il est venu à bout de polir l'acier à peu près aussi bien qu'on le polit en Angleterre; il faut pour cela broyer la potée sur une plaque de fonte de fer bien unie et polie; on se sert d'un brunissoir de bois de noyer, sur lequel on colle un morceau de peau de buffle, qu'on a précédemment lissé avec la pierre ponce, et qu'on imprègne de potée delayée à l'eau-de-vie. Ce polissoir doit être monté sur une roue de cinq à six pieds de diamètre, pour donner un mouvement plus vif. La matière que M. Perret a trouvée la meilleure pour polir parfaitement l'acier, est l'acier lui-même, fondu avec du soufre, et ensuite réduit en poudre. M. de Grignon assure que le colcotar retiré du vitriol, après la distillation de l'eau forte, est la matière qui donne le plus beau poli noir à l'acier; il faut laver ce colcotar, encore chaud, plusieurs fois, et le réduire au dernier dégré de finesse par la décantation; il faut aussi qu'il soit entièrement dépouillé de ses parties salines, qui formeroient des taches bleuâtres sur le poli; il paroît que M. Langlois est de nos artistes, celui qui a le mieux réussi à donner ce beau poli noir à l'acier.

Au reste, on ne peut donner le poli vif brillant et noir qu'à l'espèce d'acier qu'on appelle *acier fondu*, et que nous tirons d'Angleterre ; nos artistes ne connoissent pas les moyens de faire cet excellent acier ; ce n'est pas qu'en général il ne soit assez facile de fondre l'acier ; j'en ai fait couler à mes fourneaux d'aspiration plus de vingt livres en fusion très-parfaite, mais la difficulté consiste à traiter et à forger cet acier fondu ; cela demande les plus grandes précautions, car ordinairement il s'éparpille en étincelles au seul contact de l'air, et se réduit en poudre sous le marteau.

Dans les fileries, on fait les filières qui doivent être de la plus grande dureté, avec une sorte d'acier qu'on appelle *acier sauvage;* on le fait fondre, et au moment qu'il se coagule, on le frappe légèrement, avec un marteau à main, et à mesure qu'il prend du corps on le chauffe et on le forge en augmentant graduellement la force et la vîtesse de la percussion, et on l'achève en le forgeant au martinet. On prétend que c'est par ce procédé que les anglais forgent leur acier fondu, et on assure que les asiatiques travaillent de même leur acier en pain, qui

est aussi d'excellente qualité. La fragilité de cet acier fondu est presque égale à celle du verre ; c'est pourquoi il n'est bon que pour certains outils, tels que les rasoirs, les lancettes, etc., qui doivent être très-tranchans et prendre le plus de dureté et le plus beau poli ; mais il ne peut servir aux ouvrages qui, comme les lames d'épées, doivent avoir du ressort ; et c'est par cette raison que dans le Levant (1), comme en Europe,

---

(1) Les mines d'acier de Perse produisent beaucoup, car l'acier n'y vaut que sept sous la livre. Cet acier est fin, ayant le grain fort menu et délié, qualité qui, naturellement et sans artifice, le rend dur comme le diamant ; mais, d'autre côté, il est cassant comme du verre. Et comme les artisans persans ne lui savent pas bien donner la trempe, il n'y a pas moyen d'en faire des ressorts ni des ouvrages déliés et délicats : il prend pourtant une fort bonne trempe dans l'eau froide, ce qu'on fait en l'enveloppant d'un linge mouillé, au lieu de le jeter dans une auge d'eau ; après quoi on le fait chauffer sans le rougir tout à fait. Cet acier ne se peut point non plus allier avec le fer, et si on lui donne le feu trop chaud, il se brûle et devient comme de l'écume de charbon ; on le mêle avec l'acier des Indes, qui est plus doux et qui est beaucoup plus estimé. Les persans appellent l'une et l'autre sorte d'acier, *poulard, janherder, et acier ondé*, pour le distinguer

les lames de sabre et d'épée se font avec un acier mélangé d'un peu d'étoffe de fer qui lui donne de la souplesse et de l'élasticité.

Les Orientaux ont mieux que nous le petit art de damasser l'acier (1) ; cela ne

---

d'avec l'acier d'Europe. C'est de cet acier-là qu'ils font leurs belles-lames damassées ; ils les fondent en pain rond comme le creux de la main et en petits bâtons carrés. *Voyage de Chardin en Perse, etc. Amsterdam*, 1711, *tome II, page* 23.

(1) Les persans savent parfaitement bien damasser avec le vitriol, les ouvrages d'acier, comme sabres, couteaux, etc... Mais la nature de l'acier dont ils se servent, y contribue beaucoup. Cet acier s'apporte de Golconde, et c'est le seul qui se puisse bien damasser ; aussi est-il différent du nôtre ; car quand on le met au feu, pour lui donner la trempe, il ne lui faut donner qu'une petite rougeur, comme couleur de cerise ; et au lieu de le tremper dans l'eau, comme nous faisons, on ne fait que l'envelopper dans un linge mouillé, parce que si on lui donnoit la même chaleur qu'aux nôtres, il deviendroit si dur que, dès qu'on le voudroit manier, il se casseroit comme du verre. On met cet acier en pain, gros comme nos pains d'un sou, et pour savoir s'il est bon et s'il n'y a point de fraude, on le coupe en deux, chaque morceau suffisant pour faire un sabre, car il s'en trouve qui n'a pas été bien préparé et qu'on ne sauroit damasser. Un

se

se fait pas en y introduisant de l'or ou de l'argent, comme on le croit vulgairement, mais par le seul effet d'une percussion souvent réitérée. M. Gaü a fait sur cela plusieurs expériences, dont il a eu la bonté de me communiquer le résultat (1); cet

---

de ces pains d'acier, qui n'aura coûté à Golconde que la valeur de neuf ou dix sous, vaut quatre ou cinq abassis en Perse; et plus on le porte loin, plus il devient cher, car en Turquie on vend le pain jusqu'à trois piastres, et il en vient à Constantinople, à Smirne, à Alep et à Damas, où anciennement on le transportoit. Le plus grand négoce des Indes se rendoit au Caire, par la mer Rouge; mais aujourd'hui, autant le roi de Golconde apporte de difficulté à laisser sortir de l'acier de son pays, autant le roi de Perse tâche d'empêcher qu'on n'enlève de celui qui est entré dans son royaume. Je fais toutes ces remarques pour désabuser bien des gens qui croient que les sabres et couteaux qui nous viennent de Turquie, se font d'acier de Damas, ce qui est une erreur; parce que, comme j'ai dit, il n'y a point d'acier au monde que celui de Golconde, qu'on puisse damasser sans que l'acier s'altère comme le nôtre. *Voyage de Tavernier. Rouen*, 1713, *tome II, pages* 330 *et* 331.

(1) Monsieur, de retour à Klingensthal, j'ai fait, comme j'ai eu l'honneur de vous le promettre à Montbard, plusieurs épreuves sur l'acier, pour en fabri-

habile artiste qui a porté notre manufacture des armes blanches à un grand point de

---

quer des lames de sabres et de couteaux de chasse de même étoffe et de même qualité que celles de Turquie, connues sous le nom de *damas*; les résultats de ces différentes épreuves ont toujours été les mêmes, et je profite de la permission que vous m'avez donnée de vous en rendre compte.

Après avoir fait travailler et préparer une certaine quantité d'acier propre à en faire du damas, j'en ai destiné un tiers à recevoir le double de l'argent que j'y emploie ordinairement; dans le second tiers, j'y ai mis la dose ordinaire, et point d'argent du tout dans le dernier tiers.

J'ai eu l'honneur de vous dire, monsieur, de quelle façon je fais ce mélange de l'argent avec de l'acier; j'ai augmenté de précautions pour mieux enfermer l'argent, et comme j'ai commencé mes épreuves par les petites barres ou plaques qui en tenoient le double, en donnant à celles du dessus et du dessous le double d'épaisseur des autres, je les ai fait chauffer au blanc bouillant, et ce n'a été qu'avec une peine infinie que l'ouvrier est venu à bout de les souder ensemble; elles paroissoient à l'intérieur l'être parfaitement, et on ne voyoit point sur l'enclume qu'il en fût sorti de l'argent : la réunion de ces plaques m'a donné un lingot de neuf pouces de long sur un pouce d'épaisseur et autant de largeur.

J'ai ensuite fait remettre au feu ce lingot pour en

perfection, s'est convaincu avec moi que ce n'est que par le travail du marteau, et

---

former une lame de couteau de chasse ; c'est dans cette opération, en aplatissant et en alongeant ce lingot, que les défauts de soudure qui étoient dans l'intérieur se sont découverts ; et quelque soin que l'ouvrier y ait donné, il n'a pu forger cette lame sans beaucoup de pailles.

J'ai fait recommencer cette opération par quatre fois différentes, et toutes les lames ont été pailleuses, sans qu'on ait pu y remédier ; ce qui me persuade qu'il y est entré beaucoup d'argent.

Les barres dans lesquelles je n'ai mis que la dose ordinaire d'argent, et dont les plaques du dessus et du dessous n'avoient pas plus d'épaisseur que les autres, ont toutes bien soudé et ont donné des lames sans paille ; il s'est trouvé sur l'enclume beaucoup d'argent fondu qui s'y étoit attaché.

A l'égard des barres forgées sans argent, elles ont été soudées sans aucune difficulté comme de l'acier ordinaire, et elles ont donné de très-belles lames. Pour connoître si ces lames sans argent avoient les mêmes qualités pour le tranchant et la solidité, que celles fabriquées avec de l'argent, j'ai essayé le tranchant de toutes forces sur des nœuds de bois de chêne, qu'elles ont coupé sans s'ébrécher ; j'en ai ensuite mis une à plat entre deux barres de fer sur mon escalier, comme vous l'avez vu faire sur le vôtre, et ce n'a été qu'après l'avoir long-tems tourmentée dans

par la réunion de différens aciers mêlés d'un peu d'étoffe de fer, que l'on vient à bout de damasser les lames de sabre, et de leur donner en même tems le tranchant, l'élasticité et la ténacité nécessaires ; il a reconnu comme moi que ni l'or ni l'argent ne peuvent produire cet effet.

---

tous les sens, que je suis parvenu à la déchirer. J'ai donc trouvé à ces lames le même tranchant et la même ténacité. Il sembleroit d'après ces épreuves,

1°. Que, s'il reste de l'argent dans l'acier, il est impossible de le souder dans les endroits où il se trouve.

2°. Que lorsqu'on réussit à souder parfaitement des barres où il y a de l'argent, il faut que cet argent, qui est en fusion lorsque l'acier est rouge blanc, s'en soit échappé aux premiers coups de marteau, soit par les jointures des barres posées les unes sur les autres, soit par les pores alors ouverts de l'acier ; lorsque les plaques sont plus épaisses, l'argent fondu se répand en partie sur l'enclume ; et il est impossible de souder les endroits où il en reste.

3°. L'argent ne communique aucune vertu à l'acier, soit pour le tranchant, soit pour la solidité ; et l'opinion du public qui avoit décidé mes recherches, et qui attribue au mélange de l'acier et de l'argent la bonté des lames de Damas en Turquie, est sans fondement, puisqu'en décomposant un morceau vous-

Il me resteroit encore beaucoup de choses à dire sur le travail et sur l'emploi du fer; je me suis contenté d'en indiquer les principaux objets; chacun demanderoit un traité particulier, et l'on pourroit compter plus de cent arts ou métiers tous relatifs au travail de ce métal, en le prenant depuis ses

---

même, monsieur, vous n'y avez pas trouvé plus d'argent que dans la lame de même étoffe faite ici, dans laquelle il en étoit cependant entré.

4°. Le tranchant étonnant de ces lames et leur solidité, ne proviennent, ainsi que les dessins qu'elles présentent, que du mélange des différens aciers qu'on y emploie, et de la façon qu'on les travaille ensemble.

Pour que vous puissiez, monsieur, en juger par vous-même, et rectifier mes idées à ce sujet, j'envoie à mon dépôt de l'arsenal de Paris, pour vous être remises à leur arrivée ;

1°. Une des lames forgées avec les lingots où il y avoit le double d'argent, dans laquelle je crois qu'il y en a encore, parce qu'elle n'a pu être bien soudée, et que vous voudrez bien faire décomposer, après avoir fait éprouver son tranchant et sa solidité ;

2°. Une lame forgée d'un lingot où j'avois mis moitié d'argent, bien soudée, et sur laquelle j'ai fait graver vos armoiries ;

3°. Une lame fabriquée d'une barre d'acier travaillée

mines jusqu'à sa conversion en acier et sa fabrication en canon de fusils, lames d'épées, ressorts de montres, etc. Je n'ai pu donner ici que la filiation de ces arts, en suivant les rapports naturels qui les font dépendre les uns des autres : le reste appartient moins à l'histoire de la Nature, qu'à celle des progrès de notre industrie.

Mais nous ne devons pas oublier de faire mention des principales propriétés du fer et de l'acier, relativement à celles des autres métaux ; le fer, quoique très-dur, n'est pas fort dense ; c'est après l'étain le plus léger de tous. Le fer commun pesé dans l'eau ne perd guère qu'un huitième de son poids, et ne pèse que cinq cents quarante-cinq ou cinq cents quarante-six livres le pied cube (1) ;

---

pour damas, dans laquelle il n'est point entré d'argent : vous voudrez bien faire mettre cette lame aux plus fortes épreuves, tant pour le tranchant sur du bois, qu'en essayant sa résistance en la forçant entre deux barres de fer. *Lettre de M. Gaü, entrepreneur général de la manufacture des armes blanches, à M. le comte de Buffon, datée de Klingensthal, le 29 avril 1775.*

(1) On a écrit et répété par-tout que le pied cube de fer pèse 580 livres. (*Voyez le Dictionnaire de chy-*

l'acier pèse cinq cents quarante-huit à cinq cents quarante-neuf livres, et il est toujours spécifiquement un peu plus pesant que le meilleur fer; je dis le meilleur fer, car, en général, ce métal est sujet à varier pour la densité, ainsi que pour la ténacité, la dureté, l'élasticité, et il paroît n'avoir aucune propriété absolue que celle d'être attirable à l'aimant; encore cette qualité magnétique est-elle beaucoup plus grande dans l'acier et dans certains fers que dans d'autres; elle augmente aussi dans certaines circonstances et diminue dans d'autres; et cependant cette propriété d'être attirable à l'aimant, paroît appartenir au fer à l'exclusion de toute autre matière; car nous ne connoissons dans la Nature, aucun métal, aucune autre substance pure qui ait cette qualité magnétique,

---

mie, article fer); mais cette estimation est de beaucoup trop forte. M. Brisson s'est assuré, par des épreuves à la balance hydrostatique, que le fer forgé, non écroui comme écroui, ne pèse également que 545 livres deux ou trois onces le pied cube, et que le pied cube d'acier pèse 548 livres: on s'étoit donc trompé de 35 livres, en estimant 580 livres le poids d'un pied de fer. *Voyez la table des pesanteurs spécifiques de M. Brisson.*

et qui puisse même l'acquérir par notre art; rien au contraire ne peut la faire perdre au fer tant qu'il existe dans son état de métal. Et non seulement il est toujours attirable par l'aimant, mais il peut lui-même devenir aimant, et lorsqu'il est une fois aimanté, il attire l'autre fer avec autant de force que l'aimant même (1).

De tous les métaux, après l'or, le fer est celui dont la ténacité est la plus grande; selon Musschenbroëck', un fil de fer d'un dixième de pouce de diamètre, peut soutenir un poids de quatre cents cinquante livres sans se rompre; mais j'ai reconnu, par ma propre expérience, qu'il y a une énorme différence entre la ténacité du bon et du mauvais fer (2), et quoiqu'on choisisse le meilleur pour le passer à la filière, on trouvera encore des différences dans la ténacité des différens fils de fer de même grosseur, et l'on observera géné-

(1) Voyez dans le quatrième volume de cet ouvrage, l'article de l'*aimant*.

(2) Voyez le Mémoire sur la tenacité du fer, tome V.

ralement que plus le fil de fer sera fin, plus la ténacité sera grande à proportion.

Nous avons vu qu'il faut un feu très-violent pour fondre le fer forgé, et qu'en même tems qu'il se fond, il se brûle et se calcine en partie, et d'autant plus que la chaleur est plus forte; en le fondant au foyer d'un miroir ardent, on le voit bouillonner, brûler, jeter une flamme assez sensible, et se changer en mâchefer; cette scorie conserve la qualité magnétique du fer après avoir perdu toutes les autres propriétés de ce métal.

Tous les acides minéraux et végétaux agissent plus ou moins sur le fer et l'acier; l'air qui, dans son état ordinaire, est toujours chargé d'humidité, les réduit en rouille; l'air sec ne les attaque pas de même et ne fait qu'en ternir la surface; l'eau la ternit davantage et la noircit à la longue; elle en divise et sépare les parties constituantes, et l'on peut avec de l'eau pure réduire ce métal en une poudre très-fine (1), laquelle

(1) Prenez de la limaille de fer nette et brillante; mettez-la dans un vase; versez assez d'eau dessus pour la couvrir d'un pouce ou deux; faites-la re-

autres métaux, à l'exception du plomb et du mercure. Suivant M. Geller, les affinités du fer sont daus l'ordre suivant; l'or, l'argent, le cuivre; et suivant M. Geoffroi, le régule d'antimoine, l'argent, le cuivre et le plomb; mais ce dernier chymiste devoit exclure le plomb, et ne pas oublier l'or, avec lequel le fer a plus d'affinité qu'avec aucun autre métal. Nous verrons même que ces deux métaux, le fer et l'or, se trouvent quelquefois si intimement unis par des accidens de Nature, que notre art ne peut les séparer l'un de l'autre (1).

---

(1) *Voyez* ci-après l'article de la *platine*.

Fin du dixième Volume.

TABLE

De ce qui est contenu dans ce dixième Volume.

Fin de la Table du dixième Volume.



